






COLECTIA DE ATELIER

A. IANCU • T. TRIFA

ÎNDRUMĂTOR PENTRU RIDICAREA CALIFICĂRII RECTIFICATORILOR

VOL. I



EDITURA TEHNICĂ

În lucrare sînt prezentate problemele privind tipurile mașinilor de rectificat fabricate în țara noastră, care au cea mai largă răspîndire în unitățile industriale, precum și problemele privind procesul de așchiere prin rectificare, metodele de lucru, dispozitivele utilizate, problemele legate de controlul calității, de precizia de prelucrare, de aparatele de măsură și control folosite etc.

Pentru a corespunde scopului propus, pregătirea rectificatorilor pentru ridicarea calificării, fiecare capitol cuprinde un număr mare de aplicații practice completate cu un bogat material ilustrativ.

Problemele sînt tratate în mod progresiv, în funcție de categoriile de retribuire specificate în indicatoarele tarifare, în așa fel încît cititorul să aibă posibilitatea însușirii cunoștințelor necesare în ordinea crescîndă a complexității acestora. În cadrul fiecărei categorii sînt prevăzute numai cunoștințele de calificare reprezentative pentru categoria respectivă, deoarece s-a ținut seama că, la încadrarea lor, muncitorii trebuie să posede atît cunoștințele pentru categoria respectivă, cît și pentru categoriile inferioare celei în care aceștia urmează să fie încadrați.

Nivelul tehnic de prezentare a cuprinsului permite înțelegerea tuturor problemelor tratate, lucrarea fiind utilă în cadrul procesului de producție ca factor explicativ și demonstrativ al diferitelor tehnologii de lucru, în însușirea noțiunilor prezentate, și contribuind nemijlocit la realizarea unor producții de calitate, cu un indice de productivitate sporit.

Lucrarea se adresează rectificatorilor constructori de mașini, putînd fi utilă și elevilor liceelor industriale. Poate fi folosită pentru reciclarea muncitorilor de la mașinile de rectificat.

P R E F A Ț Ă

Directivele Congresului al XI-lea al Partidului Comunist Român prevăd în cincinalul 1976—1980, cincinalul revoluției tehnico-științifice, o dezvoltare a industriei prin introducerea metodelor avansate de lucru și a unor tehnologii moderne.

Industria constructoare de mașini, în plină dezvoltare, este înzestrată încontinuu cu noi mașini și utilaje de cel mai înalt nivel tehnic, capabile să execute produse noi și de cea mai bună calitate. De asemenea, introducerea pe o scară tot mai largă a automatizării și mecanizării complete a proceselor tehnologice de prelucrare a metalelor impune folosirea unor scule, dispozitive și verificatoare executate la o înaltă precizie. Această precizie se poate obține numai printr-o finisare corespunzătoare ce poate fi realizată cu ajutorul mașinilor de rectificat.

Lucrarea de față își propune să trateze problema rectificării pe categorii de calificare, prezentînd cunoștințele necesare însușirii meseriilor de rectificatori universali, rectificatori danturi, honuitori și lepuitori. Pe lîngă descrierea mașinilor-unelte folosite în aceste meserii și prezentarea tehnologiilor aferente, este redată și rectificarea profilurilor. De asemenea sînt date metode moderne aplicate în acest domeniu.

S-a insistat asupra rectificării profilate, deoarece această metodă de mare eficiență tehnică și economică se impune tot mai mult în construcția SDV-urilor și în sculării.

Sînt date de asemenea metodele de verificare a pieselor profilate, cu exemple de control.

În cadrul lucrării se prezintă şi metodele de lucru pentru netezirea suprafeţelor, fiind descrise maşinile şi tehnologia de lepuire, honuire şi suprafinisare.

În ultima parte a lucrării sînt descrise maşinile de rectificat speciale de cele mai moderne tipuri.

La elaborarea lucrării au fost luate în considerare atît realităţile şi cerinţele industriei noastre constructoare de maşini, precum şi cele mai moderne procedee şi utilaje folosite în întreprinderile fruntaşe din ţara noastră. Aşadar, lucrarea poate fi de un real folos muncitorilor, maiştrilor şi tehnicienilor tehnologi din atelierele de prelucrări mecanice din întreprinderile constructoare de maşini şi din întreprinderile de reparaţii de maşini şi utilaje.

Autorii

1. CUNOŞTINŢE PENTRU CATEGORIA ÎNTÎIA DE CALIFICARE

1.1. NOŢIUNI GENERALE ASUPRA RECTIFICARII

Rectificarea a luat o mare dezvoltare, deoarece prin această operaţie se pot prelucra cu precizie înaltă şi piese călite cu duritate mare sau alte materiale, a căror prelucrare este dificilă prin alte operaţii de aşchiere.

La început rectificarea s-a folosit mai mult pentru finisare. Mai tîrziu s-a introdus rectificarea de degroşare, domeniul principal rămînînd însă finisarea, care asigură prelucrarea cu grosimea aşchiilor de 0,005 . . . 0,025 mm. Grosimea stratului de aşchiat fiind mică, presiunea exercitată de sculă asupra piesei este de asemenea mică, asigurîndu-se astfel un înalt grad de precizie şi o calitate superioară a suprafeţelor rectificate.

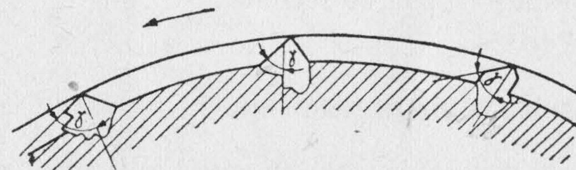


Fig. 1.1. Unghiul de degajare.

Operaţia de rectificare se execută cu o sculă abrazivă care, de cele mai multe ori, are forma unui disc format din granule abrazive legate între ele printr-un liant. Granulele abrazive sînt repartizate arbitrar pe periferia discului, unghiurile de aşchiere nefiind cele optime (fig. 1.1).

Unghiurile de degajare negative, în majoritatea cazurilor în care vitezele de așchiere depășesc 30 m/s, duc la temperaturi ridicate în materialul desprins sub formă de foarte mici și numeroase așchii și variate ca formă.

Pentru ca mașinile de rectificat să corespundă scopului de a obține precizia și calitatea superioară la piesele prelucrate trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— mers liniștit, fără trepidații ale subansamblurilor în mișcare;

— antrenare reglabilă, fără trepte, a piesei de rectificat;

— eliminarea posibilității ca granulele desprinse din scula abrazivă să ajungă pe suprafețele de ghidare ale mașinii.

Caracteristicile mașinilor de rectificat sînt:

— dimensiunile mesei de lucru și distanța între vîrfuri;

— diametrul maxim al piesei de rectificat;

— diametrul maxim al sculei abrazive;

— cursa maximă longitudinală și transversală a mesei;

— cursa maximă verticală a capului de rectificat;

— turațiile maxime și minime ale axului discului abraziv;

— turațiile capului de rectificat;

— greutatea.

1.2. PROCESUL DE RECTIFICARE

Procesul rectificării seamănă cu cel al frezării, granulele abrazive ca și dinții frezei detașează așchii. Desprinderea așchiilor este ajutată de încălzirea materialului de așchiat, care devine plastic, la temperaturile ridicate de 800 ... 1 200°C, care se produc în zona de așchiere.

Așchiile aderă la periferia sculei, de unde prin forța centrifugă sînt proiectate tangențial ca o jerbă de scîntei (fig. 1.2).

Cînd așchiile intră adînc în porii pietrei și nu mai pot fi smulse și proiectate tangențial, scula se îmbîcsește și trebuie reascuțită.

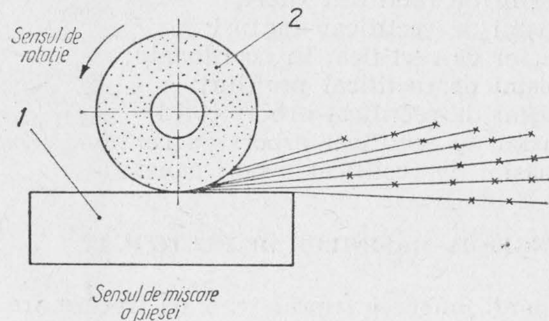


Fig. 1.2. Degajarea așchiilor sub formă de scîntei: 1 — piesă de rectificat; 2 — disc abraziv.

1.3. CLASIFICAREA MAȘINILOR DE RECTIFICAT

Cu ajutorul mașinilor de rectificat și al sculelor abrazive se pot degroșa sau finisa suprafețe de revoluție, cilindrice sau conice, interioare sau exterioare, suprafețe plane sau suprafețe profilate.

La rectificare, scula abrazivă execută în majoritatea cazurilor mișcarea principală de rotație, iar piesa mișcarea secundară, de avans.

După forma geometrică a suprafețelor de prelucrat, mașinile de rectificat se clasifică astfel:

1 — mașini de rectificat suprafețe rotunde sau de rectificat rotund;

2 — mașini de rectificat suprafețe plane sau de rectificat plan;

3 — mașini de rectificat speciale.

1. Mașinile de rectificat rotund sînt:

a) mașini de rectificat exterior cu vîrfuri;

b) mașini de rectificat exterior fără vîrfuri;

c) mașini de rectificat interior;

d) mașini de rectificat universale.

2. Mașinile de rectificat plan sînt:

a) mașini de rectificat cu ax orizontal;
b) mașini de rectificat cu ax vertical.
3. Mașinile speciale de rectificat sînt:
a) mașini de rectificat filete;
b) mașini de rectificat danturi;
c) mașini de rectificat în coordonate;
d) mașini de rectificat profiluri;
e) mașini de rectificat arbori cotiți;
f) mașini de rectificat arbori cu came;
g) mașini de rectificat arbori canelați.

1.4. UNGEREA MAȘINILOR DE RECTIFICAT

În general, ungerea suprafețelor de frecare are ca scop reducerea rezistențelor de frecare și a pierderilor de putere, reducerea uzurii și a încălzirii, asigurarea unei funcționări bune și fără zgomot a organelor de mișcare.

Pentru aducerea lubrifiantului între suprafețele de contact, în scopul formării unei pelicule de o anumită grosime, se folosesc diferite sisteme de ungere.

Grosimea minimă pe care o poate avea o peliculă de ulei, fără ca să se întrerupă, este de ordinul micronilor și trebuie să fie mai mare decît suma neregularităților suprafețelor aflate în frecare: $h \geqslant H_1+H_2$ (fig. 1.3).

Valoarea medie a grosimii peliculei de ulei în funcție de tipul lagărului este dată în tabelul 1.1.

Valoarea grosimii peliculei de ulei este influențată nu numai de calitatea suprafețelor în contact ci și de alți factori cum sînt: precizia montajului, coaxialitatea suprafețelor cilindrice ale fusului și cuzinetului, jocul axial, modificarea formei fusului datorită încălzirii etc.

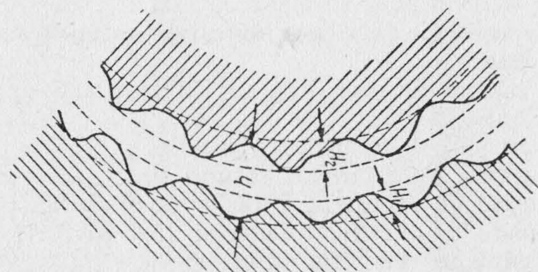


Fig. 1.3. Neregularitățile suprafețelor aflate în contact.

Tabelul 1.1

Valoarea medie a grosimii peliculei de ulei *h*

Felul lagărului de alunecare	Valoarea medie a peliculei de ulei *h*, mm
Fontă modificată	0,01
Oțel pe bronz, rectificat, lustruit	0,006
Oțel pe oțel, răzuit	0,004
Oțel pe aliaj antifricțiune	0,002

La ungerea suprafețelor de alunecare ale organelor în mișcare rectilinie, pentru a se asigura o frecare lichidă, trebuie ca grosimea peliculei de ulei să fie $h \geqslant 0{,}01$ mm.

La viteze mici trebuie întrebuințat un lubrifiant mai vîscos (tabelul 1.2), dar și în acest caz, în momentul schimbării sensului de mișcare, filmul de ulei se întrerupe și *h* devine egal cu zero.

1.4.1. **Sistemul de ungere.** Ungerea cu ulei la mașinile de rectificat se poate realiza folosindu-se sistemul ungerii automate.

Tabelul 1.2

Viscozitatea uleiurilor la ungerea suprafețelor de alunecare în mișcarea rectilinie

Orientarea suprafețelor	Sistemul ungerii	Viscozitatea °E la 50°C
Ghidaje orizontale	Manual	2,8 . . . 3,2
	Cu rulouri	4,0 . . . 4,5
	Sub presiune cu pompă	2,0 . . . 5,5
Ghidaje verticale	Manual	12

Ungerea automată se face în timpul funcționării mașinilor de rectificat cu ajutorul unor pompe cu debit constant, uleiul intrînd la ghidajele mesei și la suporții transversali prin distribuitoare (fig. 1.4).

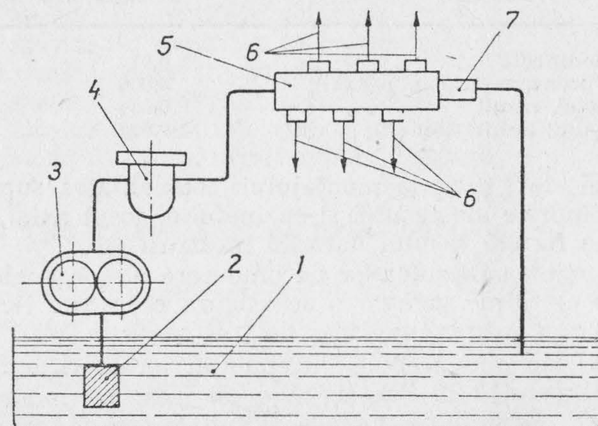


Fig. 1.4. Schema ungerii cu jet de ulei sub presiune.

La sistemul de ungere automată din fig. 1.4 uleiul este aspirat din rezervorul *1*, prin filtrul *2*, de către pompa *3* și este trecut prin supapa de reținere *4*, la distribuitorul *5*. De la distribuitor este dirijat prin conductele *6* la locurile de ungere. Surplusul de ulei se întoarce în rezervor prin supapa *7*.

Ungerea cu pulverizator de ulei se aplică la ungerea lagărelor de precizie și cu turații ridicate de la unele tipuri de mașini de rectificat. La asemenea lagăre se impun două condiții importante și anume: stratul de ulei să fie cît se poate de subțire iar temperatura lagărului să fie constantă și cît mai scăzută. Aceste două condiții pot fi satisfăcute prin ungerea cu ulei pulverizat cu ajutorul aerului comprimat (fig. 1.5).

O parte din aerul comprimat ce intră prin conducta *1* trece prin orificiul *2*, în rezervorul de ulei *3* al pulverizatorului. Presiunea creată în rezervor face ca uleiul să se ridice prin conducta *4* la supapa de reglare *5*. Cantitatea

de ulei reglată cu șurubul *6*, ajunge din nou sub acțiunea aerului comprimat din conducta *1* și este pulverizat sub formă de ceață, care este refulată, prin conducta *7* și conductele de legătură, spre locurile de ungere. Supravegherea funcționării și reglării pulverizatorului se realizează prin vizorul *8*.

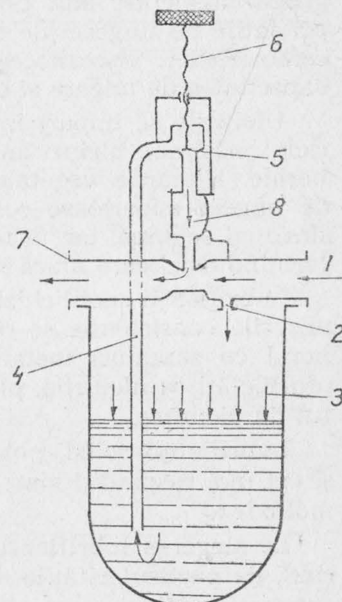


Fig. 1.5. Pulverizator de ulei.

Ungerea lagărelor capului de rectificat se face într-un bazin de ulei. Lagărele au o construcție specială, iar cantitatea de ulei se verifică prin vizorul de nivel.

Ungerea capului de rectificat se mai poate face automat, prin intermediul unei pompe proprii cu circuit închis.

Lubrifiantul se filtrează (pentru reținerea impurităților) în scopul evitării deteriorării lagărelor.

În timpul lucrului se va verifica la anumite intervale de timp nivelul uleiului, care trebuie să corespundă cu semnul de pe vizor.

Ungerea manuală se execută fie cu pompa manuală de ungere sub presiune, numită și tecalemit (fig. 1.6), fie cu cana de ulei (cel mai simplu mod de ungere), în locurile precizate în cartea mașinii.

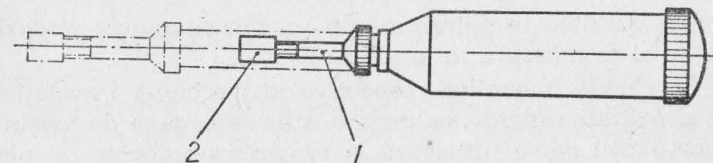


Fig. 1.6. Pompă de ungere *PB* STAS 5290-61:
1 — cap de presiune; 2 — dispozitiv de ungere.

1.4.2. **Lubrifianţi.** După starea lor fizică, lubrifianţii întrebuinţaţi la maşinile-unelte pot fi: lichizi, semilichizi sau solizi.

Lubrifianţii lichizi, care fac parte în majoritate din grupa uleiurilor, sînt cei mai utilizaţi în practică. Proprietăţile de ungere ale uleiurilor depind de următoarele caracteristici: viscozitatea, densitatea sau masa specifică, capacitatea de ungere şi congelare.

Uleiurile se împart în: uleiuri vegetale (de in, cînepă, ricin, măsline), uleiuri animale (oase, peşte) şi uleiuri minerale. Uleiurile vegetale şi cele animale au proprietăţi de ungere superioare celor ale uleiurilor minerale, însă sînt mai scumpe, iar la temperaturi înalte se descompun, formînd acizi care atacă suprafeţele metalice.

Lubrifianţii semilichizi, din a căror categorie fac parte unsorile consistente, se obţin din amestecul uleiului mineral cu săpunuri metalice şi trebuie să aibă aceleaşi proprietăţi ca uleiurile, plus o proprietate specifică: punctul de picurare.

Lubrifianţii solizi, pot fi adăugaţi în uleiuri şi unsori şi cei mai răspîndiţi sînt: grafitul coloidal şi bisulfura de molibden.

La alegerea lubrifiantului se va ţine seama, în primul rînd, de particularităţile de funcţionare ale mecanismului supus ungerii şi anume: mărimea şi variaţia încărcării, existenţa şocurilor în timpul funcţionării, schimbările sensului de mişcare, temperatura de lucru etc.

La ungerea maşinilor de rectificat se prescriu uleiuri minerale cu viscozitatea de 1,3 . . . 8,5°C, uneori cu adaus de grafit coloidal; în mod obişnuit viscozitatea medie se ia de 3 . . . 4,5° E 50°C.

Viscozitatea se determină cu un aparat numit viscozimetru şi se măsoară în grade Engler.

În cărţile maşinilor respective atît schema instalaţiei, cît şi calitatea uleiurilor pentru diferite organe de maşini. Lubrifianţii ce se utilizează la ungerea organelor în mişcare a maşinilor universale de rectificat sînt redaţi în tabelul 1.3.

Tabelul 1.3

Lubrifianţi folosiţi la ungerea maşinilor de rectificat

Denumirea ansamblului	Organul ce se unge	Calitatea lubrifiantului — STAS	Viscozitatea °E la 50°C	Cantitatea şi periodicitatea
Capul de rectificat	Cuzineţi de bronz	Ulei 302 STAS 1194-50	1,5 . . . 2	Se menţine nivelul
	Rulmenţi	RUL-145	—	Odată la 6 luni
	Broşa de rectificat interior	Ulei 5003, 25% şi 75% petrol	—	8—9 picături la fiecare loc de ungere, pe min.
Păpuşa port piesă	Cuzineţi de bronz	Ulei 309 STAS 1196-56	8,5 . . . 9,5	Se umple bazinul odată la 24 ore
	Rulmenţi	RUL-145	—	Odată la 6 luni
Păpuşa mobilă	Pinola	Ulei 309 STAS 1196-56	8,5 . . . 9,5	Cîteva picături la 24 de ore
Instalaţia hidraulică	Bazin	Ulei Tb 5008 STAS 742-48	2,5 . . . 3	Se menţine nivelul

1 5. LICHIDE DE AŞCHIERE

Rectificarea la uscat este înlocuită tot mai mult de rectificarea cu lichide de răcire şi ungere, rămînînd să fie folosită numai atunci cînd lichidul împiedică urmărirea vizuală a operaţiei. În procesul de rectificare e necesar să se folosească o răcire abundentă, pentru a se

evita încălzirea locală a piesei, pentru a se obține un rezultat mai bun, privind consumul de abraziv, o calitate și o productivitate mai mare.

Lichidele de așchiere trebuie să prezinte următoarele calități:

— o bună capacitate de răcire (de absorbție a căldurii de pe stratul superficial al piesei);

— o bună capacitate de ungere, pentru micșorarea frecărilor și a uzurii corpului abraziv în scopul păstrării capacității de așchiere un timp mai îndelungat și al obținerii unei suprafețe de calitate corespunzătoare;

— un efect de îndepărtare a așchiilor și a prafului din porii abrazivului, în timpul lucrului.

Lichidele utilizate nu trebuie:

— să atace sau să corodeze piesele mașinii sau piesele de prelucrat;

— să conțină componenți dăunători sănătății;

— să se aprindă sub acțiunea scînteilor, sau să formeze spumă.

Tabelul 1.4

Rețete de lichide de răcire și ungere

Nr. crt.	Componenții	%
1	Săpun Sodă calcinată Azotit de sodiu Apă	0,5...1 0,5...0,75 0,25 98...98,75
2	Fosfat trisodic Azotat de sodiu Apă	0,85 0,25 98,9
3	Ulei emulsionabil STAS 2598-51 Apă	5...10 90...95
4	Emulsol Apă	2...25 75...98

Rețete de emulsol

Nr. crt.	Componenții	%
1	Acizi moftenici saponificați Acizi moftenici liberi Ulei mineral Alcool Apă	9...15 3...8 70...80 2...4 3...8
2	Acid oleic Calofoniu Ulei mineral Alcool Apă	6...10 7...10 70...80 3...5 10

Apa ar fi un agent de răcire foarte bun, dat fiind transparența și capacitatea termică bună, dar prezintă dezavantajul acțiunii corosive asupra pieselor mașinii și piesei de prelucrat.

Lichidele de așchiere utilizate cel mai mult sînt soluțiile apoase ce conțin cantități mici de sodă calcinată, săpun etc.

Răcirea variază în funcție de:

— structura corpului abraziv; cu cît aceasta este mai densă și are duritate mai mare, cu atît răcirea trebuie să fie mai abundentă;

— dimensiunile piesei; cu cît pereții acesteia sînt mai subțiri, cu atît răcirea trebuie să fie mai intensă.

Adaosurile de ulei în lichidele de răcire se folosesc în acele cazuri în care se urmărește atît obținerea unei calități deosebite a suprafeței de rectificare, cît și mărirea durabilității muchiilor așchietoare ale suprafețelor corpurilor abrazive.

Lichidele de așchiere obținute după rețete variate sînt date în tabelul 1.4.

Lichidul de așchiere este dirijat asupra piesei de rectificat prin intermediul unei instalații (fig. 1.7) adaptate mașinii de rectificat respective și compusă din următoarele părți: rezervorul *1* cu lichid în care se află cufundat

filtrul (cu sita *2*) montat la capătul conductei de aspirație *3*. Celălalt capăt al conductei de aspirație se leagă la camera de aspirație a pompei *4*, iar camera de refulare la conducta *5*. La capătul conductei de refulare se află

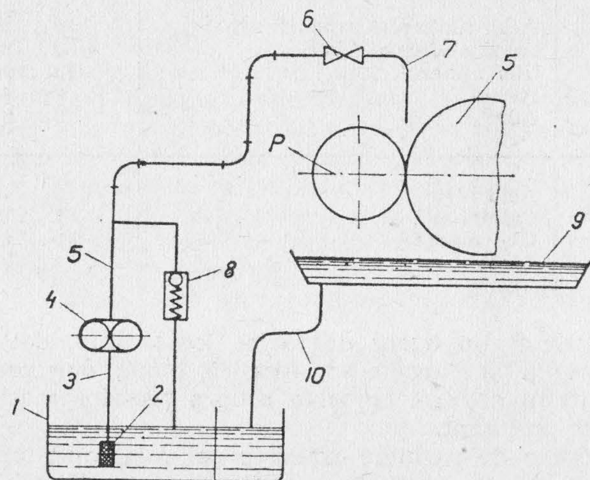


Fig. 1.7. Instalație de răcire individuală.

robinetul *6* pentru reglarea debitului de lichid și ajutajul *7* pentru dirijarea la locul de răcire. Pe o ramificație a conductei de refulare se află supapa de suprapresiune *8*, care permite întoarcerea lichidului în rezervorul *1*. Lichidul întrebuințat este colectat de jgheabul *9* al mesei mașinii și condus, prin conducta *10*, în rezervor.

1.6. CORPURILE ABRAZIVE ȘI DESTINAȚIA ACESTORA

Discurile abrazive folosite la rectificare au forme și proprietăți diferite. Mai utilizate sînt cele disc. O particularitate deosebită a corpurilor abrazive constă în autoascuțirea. Astfel, pe măsura tocirii granulelor, presiunea de așchiere acestora chiar în decursul procesului normal de așchiere crește și în momentul cînd depășește rezistența de rupere a liantului, granula respectivă se desprinde și muchia așchietoare a unei noi granule începe să așchieze.

Tabelul 1.5

Fenomenele anormale care apar mai frecvent în exploatarea pietrelor abrazive, cauzele și modul de remediere a acestora

Fenomenul	Cauzele probabile	Remedierea
Piatra se înfundă și încălzește piesa	Piatra este prea dură	Se vor utiliza pietre mai moi
	Granulația este prea fină	Se alege o piatră cu o granulație mai mare
	Viteza periferică este prea mare	Se micșorează turația
Piatra așchiază bine, însă se consumă prea rapid	Piatra este prea moale	Se alege o piatră mai dură
	Avansul pietrei sau al piesei este prea mare	Se micșorează avansul
După prelucrare, piesa prezintă o suprafață ondulată	Piatra este prea dură	Se alege o piatră mai moale
	Piatra nu este rectificată	Se va rectifica piatra
	Piatra vibrează anormal	Se va revedea montarea corectă a pietrei
Piatra „bate"	Lagărele mașinii sînt uzate	Se vor repara lagărele

Tabelul 1.5 (continuare)

Fenomenul	Cauzele probabile	Remedierea
	Piatra nu este centrată	Se va centra piatra prin rectificare
	Mașina vibrează anormal	Se va revedea fixarea mașinii pe fundație
Piatra nu-și păstrează profilul	Piatra este prea moale	Se alege o piatră mai dură
	Granulația pietrei este prea mare	Se alege o piatră cu granulație mai mică
	Viteza periferică e prea mică	Se va mări turația
Piatra așchiază prea încet, deși nu se încarcă și nu încălzește piesa	Piatra este foarte moale	Se alege o piatră mai dură
	Granulația e foarte mică	Se alege o granulație mai mare

Domeniul de utilizare a corpurilor abrazive este foarte vast: la ascuțirea sculelor așchietoare, rectificarea suprafețelor plane, circulare și profilate, rectificarea finală a roților dințate, rectificarea filetelor și a rulmenților, prelucrarea prin honuire, lepuire a diferitelor piese. De asemenea se mai folosesc și la curățirea preliminară a semifabricatelor (piese turnate sau forjate).

Capacitatea de rectificare a corpurilor abrazive este determinată de trei indicatori: productivitatea, calitatea suprafețelor prelucrate și durabilitatea sculei.

Nu există o sculă abrazivă cu utilizare universală, potrivită pentru executarea tuturor operațiilor de prelucrare ci, pentru obținerea unei productivități ridicate, a unei calități superioare a suprafețelor prelucrare prin rectificare, condiția cheie o constituie alegerea unei scule abrazive cu caracteristici corespunzătoare prelucrării respective.

În tabelul 1.5 sînt arătate fenomenele anormale care apar mai frecvent în exploatarea sculelor abrazive, cauzele și modul de remediere a acestora.

1.7. MONTAREA DISCURILOR ABRAZIVE PE ARBORE

Montarea discurilor abrazive pe arborele principal al mașinii de rectificat este o operație de care depinde comportarea în exploatare a corpului abraziv. Discurile abrazive de diametru mare se montează mecanic cu ajutorul unor flanșe (fig. 1.8, *c, d, e* și *f*) iar cele de diametru mic prin lipire pe o tijă (fig. 1.8, *a* și *b*).

Alezajul discului abraziv trebuie să fie mai mare cu 0,1—0,6 mm decît diametrul arborelui pe care se montează. În cazul în care jocul este mai mare decît 1,2 mm trebuie să se toarne în alezaj plumb sau material plastic, grosimea bucșei astfel rezultate netrebuind să depășească 6 mm.

Între discul abraziv și flanșă se interpun garnituri de cauciuc sau de carton cu grosimea de 0,5 . . . 1,0 mm. Filetul arborelui pe care se fixează discul abraziv, cît și piulița de strîngere, trebuie să aibă sens invers sensului de rotație a discului abraziv pentru a nu se produce deșurubarea piuliței în timpul rectificării.

După montarea discului abraziv trebuie supus unor verificări de echilibrare statică sau dinamică, verificării la sunet (în scopul descoperirii unor fisuri), care se fac prin ciocănirea ușoară a feței discului abraziv cu un ciocan de lemn pe întreaga circumferință. Încercarea rezistenței la rotație se face prin rotirea discului în gol, timp de 10 minute, la o viteză cu 60% mai mare decît viteza maximă de regim.

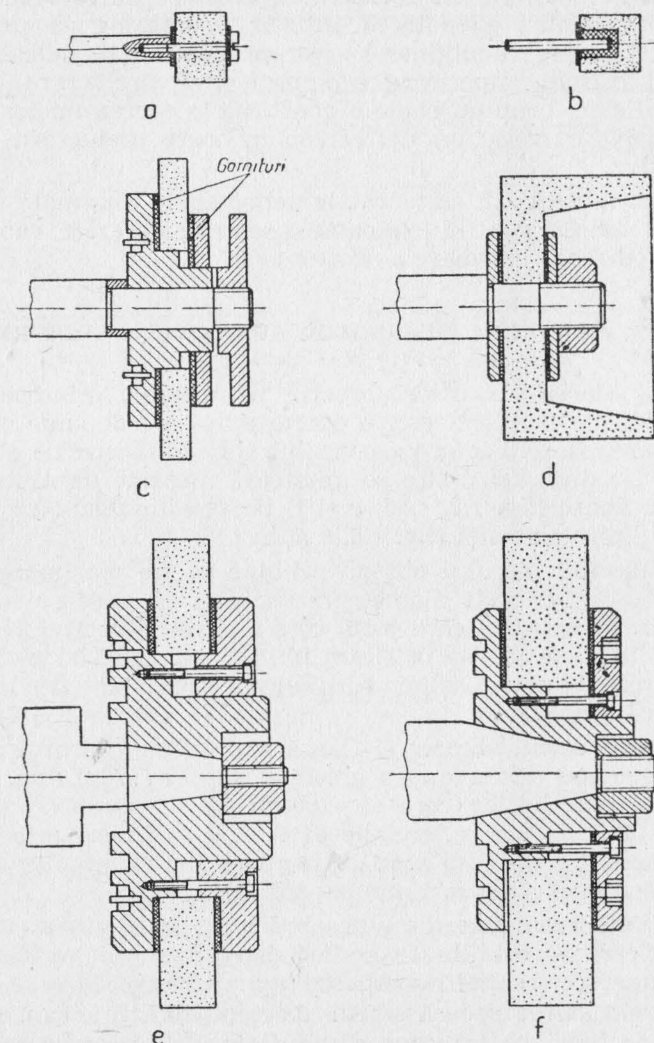


Fig. 1.8. Fixarea discurilor abrazive:
a, b — fixarea pe tijă; *c, d, e, f* — fixarea prin flanşe de strîngere.

În timpul lucrului, discurile abrazive trebuie să fie protejate cu apărători de protecţie, pentru a exclude accidentarea muncitorului în cazul spargerii acestora.

1.7.1. **Echilibrarea discurilor abrazive.** Echilibrarea corectă a discurilor abrazive este de cea mai mare impor-

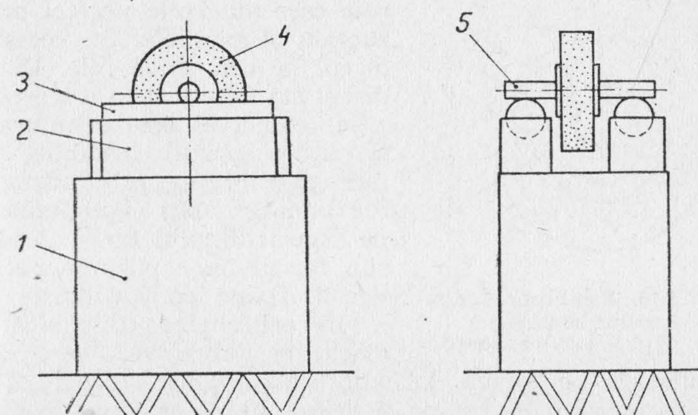


Fig. 1.9. Dispozitiv de echilibrare statică a discului abraziv.

tanţă pentru precizia şi calitatea suprafeţei rectificate, pentru mărirea productivităţii, a durabilităţii lagărelor maşinii şi pentru prevenirea accidentelor.

Pentru ca aceste cerinţe să fie îndeplinite, trebuie ca eroarea de echilibrare a discurilor de rectificat să nu fie mai mare decît 2‰ din greutatea discului, măsurată la maşina de echilibrat dinamic.

Dezechilibrul discurilor abrazive provine din variaţia mărimii granulelor şi dintr-o reparaţie neuniformă a acestora şi a liantului.

Un disc neechilibrat poate prezenta următoarele inconveniente:

— ondulaţii pe suprafaţa piesei;

— uzura prematură a lagărelor arborelui principal al maşinii;

— uzura discului sau chiar spargerea acestuia;

— vibraţii în batiul maşinii.

A echilibra static un disc abraziv înseamnă a face să coincidă axa geometrică a acestuia cu centrul său de greutate (fig. 1.9).

Fusurile perfect rectificate ale arborelui 5, pe care este montat discul 4, se așază pe cele două role cilindrice 3 ale dispozitivului de echilibrat, role care au axele perfect orizontale și paralele. Se rotește discul pe cele două role. Dacă discul stă nemișcat în orice poziție, atunci el este echilibrat. Dacă are poziții instabile, se face echilibrarea prin adăugirea unor greutăți suplimentare pe flanșa discului 2 (fig. 1.10), sub forma unor plăcuțe metalice 3, fixate cu șuruburile 4.

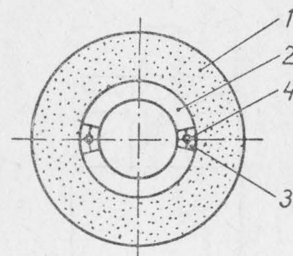


Fig. 1.10. Echilibrarea discurilor abrazive.

La echilibrarea dinamică a discurilor abrazive, care se realizează pe mașini de echilibrat dinamic, discul este supus mișcării de rotație și dezechilibrul este pus în evidență cu ajutorul unor aparate de măsură. *Echilibrarea dinamică este mult mai precisă decît echilibrarea statică.*

1.8. ÎNDREPTAREA DISCURILOR ABRAZIVE

Prin îndreptarea discurilor abrazive se înțelege operația de îndepărtare de pe suprafața așchietoare a stratului de granule abrazive tocite și îmbîcsite.

Prin îndreptare se urmărește:

1 — regenerarea suprafeței de așchiere (restabilirea capacității de așchiere);

2 — asigurarea formei geometrice, dimensiunilor și profilului corect ale corpului abraziv, micșorînd sau înlăturînd defectele ce apar la rectificare;

3 — restabilirea coaxialității axei geometrice a discului cu cea a mașinii.

Îndreptarea discurilor abrazive se poate face:

A. Cu diamant:

a) cu creioane de diamant;

b) cu creioane metalice cu sfărîmături de diamant.

B. Fără diamant:

a) cu corpuri abrazive din carbură de siliciu;

b) cu discuri din carburi metalice;

c) cu discuri metalice din oțel călit.

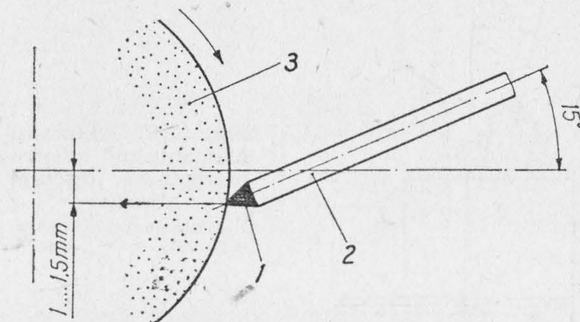


Fig. 1.11. Schema de lucru la îndreptarea discului abraziv cu diamant:
1 — vîrf de diamant; 2 — suportul diamantului; 3 — disc abraziv.

1.8.1. Îndreptarea cu diamant se face prin metoda strunjirii, scula cu diamant fixîndu-se pe mașină într-un dispozitiv, la rectificarea exterioară și interioară (fig. 1.11) sau pe un platou electromagnetic la rectificarea plană (fig. 1.12.).

La corectarea discului abraziv tija diamantului 2 formează un unghi negativ de 15° față de perpendiculara dusă pe baza suportului 3, iar vîrful diamantului 1, va fi deplasat față de axa discului abraziv cu 1 . . . 1,5 mm.

Înclinația diamantului la unghiul de 15° face ca după uzarea muchiei așchietoare a

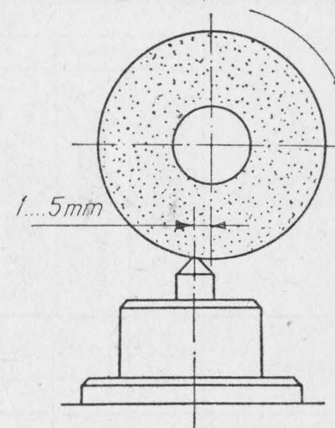


Fig. 1.12. Îndreptarea discului abraziv cu diamant.

diamantului, prin rotirea acestuia în suport, să se obțină o nouă muchie ascuțită (fig. 1.13).

Îndreptarea se face cu avans mecanic, iar calitatea îndreptării depinde de regimul de lucru aplicat, mai ales de mărimea avansului (tabelul 1.6).

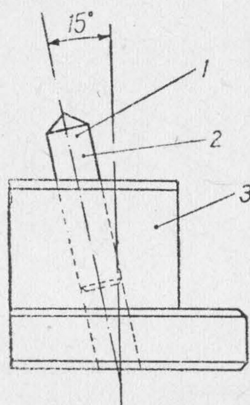


Fig. 1.13. Suportul diamantului pentru îndreptarea discului abraziv:
1 — diamant; 2 — port-diamant; 3 — suport.

Tabelul 1.6

Avansurile la îndreptarea pietrelor abrazive

Operația de îndreptare	Scule utilizate la îndreptare							
	Metalice		Abrazive		Diamant		Creion diamant	
	Avansul longitudinal S_l în m/min.	Avansul transversal S_t în m/min.	Avansul longitudinal S_l în m/min.	Avansul transversal S_t în m/min.	Avansul longitudinal S_l în m/min.	Avansul transversal S_t în m/min.	Avansul longitudinal S_l în m/min.	Avansul transversal S_t în mm/cursă.
Degroșare	0,2—3,0	0,06—0,15	0,5—2,5	0,08—0,12	—	—	—	—
Finisare	0,6—1,2	0,03—0,06	1,0—1,5	0,02—0,05	0,2—0,3	0,02—0,035	0,2—0,3	0,035—0,05

Cînd se îndreaptă suprafețele frontale ale discului abraziv, diamantul se fixează pe un dispozitiv (fig. 1.14) îndreptarea făcîndu-se prin deplasarea capului portpiatră înspre diamant.

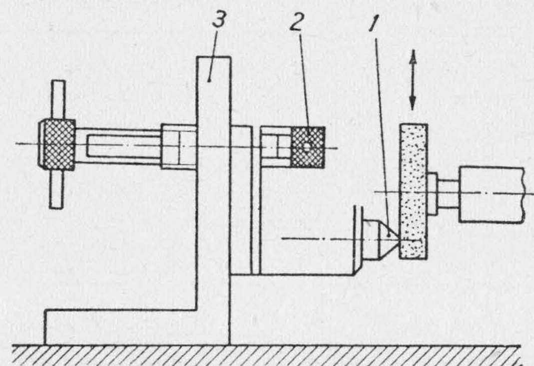


Fig. 1.14. Îndreptarea frontală a discului abraziv:
1 — diamant; 2 — clemă paralelă; 3 — colțar.

Îndreptarea discului abraziv la diferite unghiuri se face înclinînd capul portsculă la unghiul respectiv (fig. 1.15), iar la rectificarea plană, deplasînd manual diamantul pe rigla sinus așezată lîngă un colțar (fig. 1.16).

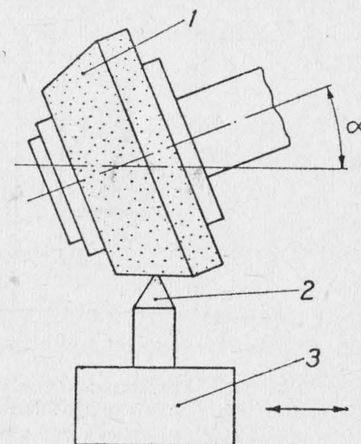


Fig. 1.15. Îndreptarea discului abraziv conic:
1 — disc abraziv; 2 — diamant; 3 — suport.

Mărimea diamantului utilizat pentru îndreptare se alege în funcție de diametrul discurilor abrazive, fiind cuprins între 0,25 și 2 carate; 1 carat=0,2 grame (tabelul 1.7).

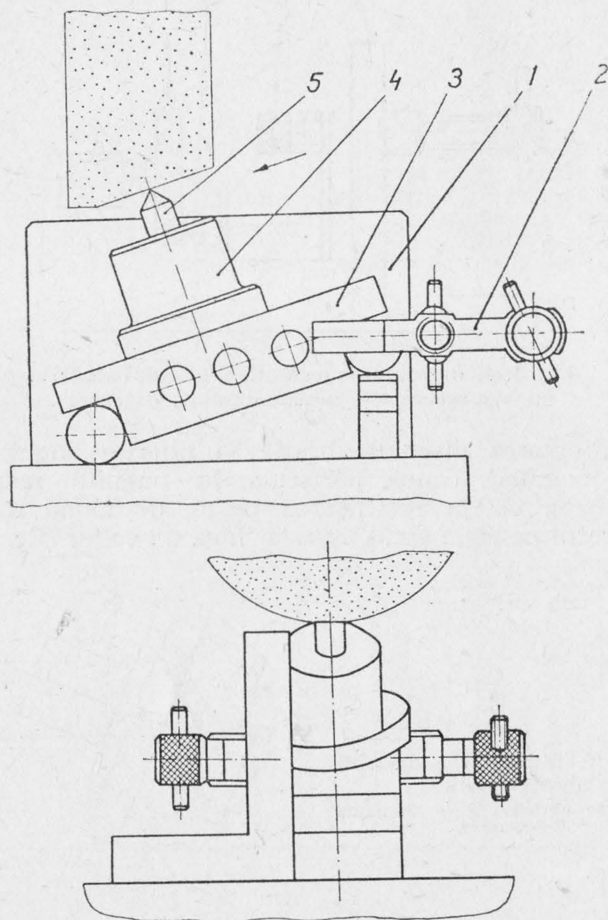


Fig. 1.16. Profilarea discului abraziv la un unghi precis cu ajutorul riglei de sinus:

1 — colțar; 2 — clemă de strîns; 3 — riglă de sinus; 4 — suport; 5 — portdiamant.

Tabelul 1.7

Alegerea diamantului în funcție de diametrul discului abraziv

Diametrul discului de rectificat mm	Mărimea granulei de diamant carate
100	0,25...0,5
100...200	0,5 ...0,75
200...300	0,75... 1
300...500	1 ...1,5
500	1,5 ...2

1.8.2. Îndreptarea fără diamant se face prin următoarele procedee:

a) prin rectificare, utilizînd pentru îndreptare un corp abraziv din carbură de siliciu, discul abraziv ce se îndreaptă avînd rol de piesă de prelucrat; îndreptarea prin rectificare necesită neapărat o răcire intensă;

b) prin rulare (moletare), utilizînd pentru îndreptare un corp metalic antrenat în mișcare de rotație de piatra abrazivă care se îndreaptă și care se rotește cu o viteză de 1,5—2,5 m/min.

Prin această metodă se execută și profilarea discurilor abrazive cînd pe periferia rolei se execută profilul negativ (fig. 1.17).

Profilarea discului abraziv se realizează prin sfărîmarea granulelor sub acțiunea presiunii ridicate cu care este apăsată rola pe disc.

Carbura de siliciu poate fi și sub formă de bare, dacă se folosește la îndreptarea discurilor abrazive pentru ascuțirea sculelor și la degroșarea profilurilor discurilor abrazive, urmînd ca finisarea acestora să se facă cu diamant.

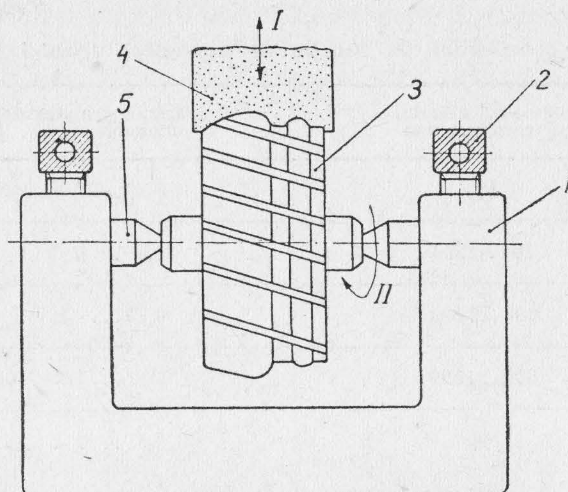


Fig. 1.17. Dispozitiv de profilat cu rolă:

1 — corpul dispozitivului; 2 — șuruburi de fixare a vîrfurilor; 3 — rolă de profilare; 4 — disc abraziv; 5 — vîrfuri; I — mișcarea de apropiere a discului abraziv; II — mișcarea de rotație a rolei.

Tabelul 1.8

Adaosuri de prelucrare pentru piese din oțel tratat termic la rectificarea exterioară

Lungimea de rectificat *L*, mm	Diametrul de rectificat d_p mm							
	<10	10...16	17...25	26...40	41...100	101...160	161...250	>250
	Adaosul de prelucrare 2h, mm							
< 250	0,20 ... 0,30	0,25 ... 0,35	0,30 ... 0,40	0,35 ... 0,50	0,40 ... 0,55	0,45 ... 0,60	0,50 ... 0,65	0,55 ... 0,70
250 ... 400	—	0,30 ... 0,40	0,35 ... 0,45	0,40 ... 0,55	0,45 ... 0,60	0,55 ... 0,70	0,60 ... 0,75	0,65 ... 0,85
401 ... 1 000	—	—	0,40 ... 0,50	0,45 ... 0,60	0,50 ... 0,65	0,60 ... 0,75	0,65 ... 0,80	0,70 ... 0,85
> 1 000	—	—	—	0,55 ... 0,65	0,60 ... 0,75	0,65 ... 0,80	0,70 ... 0,85	0,80 ... 1,0

1.9. ADAUSURI DE PRELUCRARE PENTRU RECTIFICARE

Adausul de prelucrare ce se lasă la operațiile anterioare pe piesele ce se rectifică va avea o valoare destul de mică, în raport cu dimensiunile piesei, rectificarea fiind o operație de finisare.

Pentru operațiile de rectificare de finisare se lasă maximum 10% din adausul total de rectificare, indicat în tabelele 1.8 ... 1.10.

Tabelul 1.9

Adaosuri de prelucrare pentru piese din oțel tratat termic la rectificara interioară

Adîncimea de prelucrat a găurii L, mm	Diametrul găurii d_p mm							
	< 10	10 ... 16	17 ... 25	26 ... 40	41 ... 100	101 ... 160	161 ... 250	> 250
	Adaosul de prelucrare 2 h, mm							
< 25	0,17... 0,20	0,20... 0,25	0,22... 0,27	0,27... 0,35	0,35... 0,45	0,40... ...0,50	0,45... 0,55	0,55... 0,65
25 ... 63	—	0,22... 0,27	0,25... 0,30	0,30... 0,40	0,40... 0,50	0,45... ...0,55	0,50... 0,65	0,60... 0,75
64 ... 100	—	—	0,30... 0,35	0,35... 0,45	0,45... 0,55	0,50... ...0,60	0,55... 0,70	0,65... 0,80
101 ... 160	—	—	—	0,40... 0,50	0,50... 0,65	0,60... ...0,75	0,60... 0,80	0,70... 0,90
161 ... 250	—	—	—	—	0,55... 0,70	0,65... ...0,80	0,70... 0,90	0,80... 1,0
⊳ 250	—	—	—	—	—	0,75... ...0,90	0,75... 0,95	0,85... 1,05

Tabelul 1.10

Adausuri de rectificare la rectificarea plană

Lungimea suprafeței de rectificat mm	Caracteristicile materialului: Oțel tratat termic — Lățimea suprafeței de rectificat *b*, mm: < 100	100 ... 250	> 250	Oțel netratat termic și fontă — < 100	100 ... 250	> 250
	Adausul de rectificare *h*, *mm*					
<100	0,20... 0,30	—	—	0,15... 0,25	—	—
100... 250	0,25... 0,35	0,30... 0,45	—	0,20— 0,30	0,25... 0,40	—
251... 630	0,30... 0,45	0,35... 0,50	0,40... 0,55	0,25... 0,40	0,30... 0,45	0,35... 0,50
<630	0,35... 0,55	0,40... 0,60	0,45... 0,65	0,30... 0,50	0,35... 0,55	0,40... 0,60

1.10. CONTROLUL PIESELOR DE SERIE

Controlul pieselor de serie se face cu ajutorul calibrelor limitative care prezintă avantajul rapidității și comodității executării operației și contribuie în același timp la eliminarea erorilor accidentale de citire.

În timp ce la controlul cu instrumente universale (șubler, micrometru etc.) se poate stabili valoarea numerică a dimensiunii controlate, la controlul cu calibre se stabilește dacă abaterea dimensiunii respective a piesei este cuprinsă între abaterile limită prescrise în documentație.

Calibrele limitative cu care se face controlul pieselor de serie au două părți: una corespunde dimensiunii minime, iar cealaltă dimensiunii maxime (fig. 1.18). Prin aceasta, cele două limite între care se poate executa alezajul sau arborele sînt materializate prin cele două părți ale calibrului. Cu calibrele limitative se poate controla

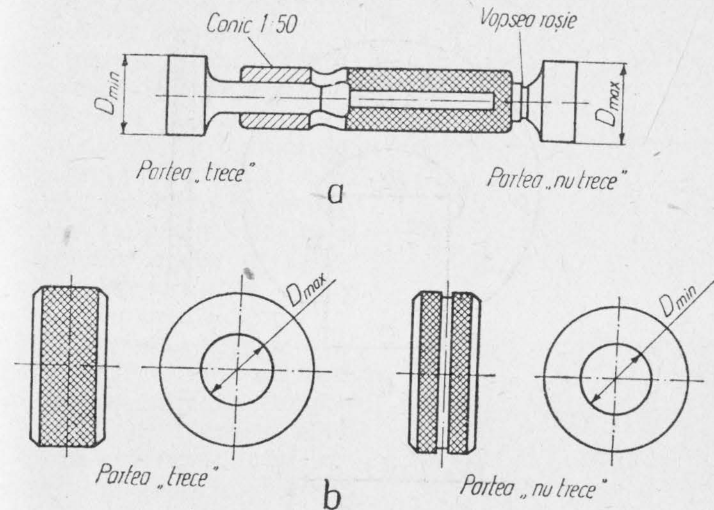


Fig. 1.18. Calibre limitative:

a — calibru tampon limitativ pentru verificarea alezajului; *b* — calibru inel limitativ pentru verificarea arborelui.

dacă alezajul sau arborele sînt executate în limitele prescrise.

De exemplu, un alezaj se consideră executat în limite, atunci cînd partea calibrului corespunzătoare dimensiunii minime admisibile poate intra în alezaj și cînd partea calibrului corespunzătoare dimensiunii maxime admisibile nu intră în alezaj. Un arbore este executat în limite atunci cînd partea calibrului corespunzătoare dimensiunii maxime admisibile intră pe arbore, iar partea calibrului corespunzătoare dimensiunii minime admisibile nu intră pe arbore.

Partea calibrului limitativ care intră fie pe arbore, fie în alezaj se numește partea *„trece"* notată *T*, iar partea calibrului limitativ care nu intră se numește partea *„nu trece"* notată *NT*.

În practică, la controlul arborilor, se utilizează calibre potcoavă sau calibre furcă (fig. 1.19, *a, b*), iar la controlul alezajelor (piese de tip bucșe) se utilizează calibre tampon.

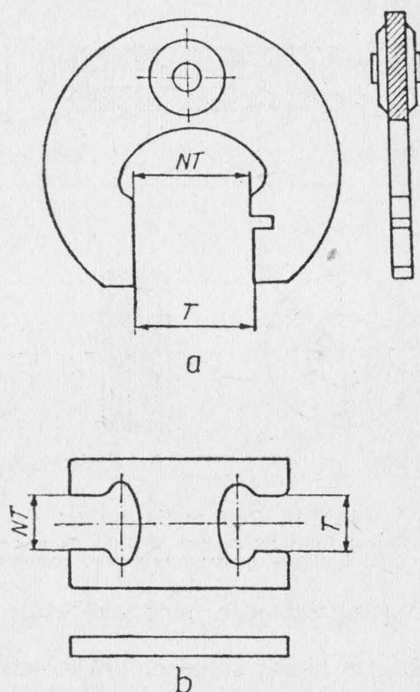


Fig. 1.19. Tipuri de calibre pentru arbori:
a — calibru potcoavă simplu; *b* — calibru furcă dublu „trece" și „nu trece".

În ce privește ovalitatea, aceasta nu poate fi determinată decît cu ajutorul unui calibru inel (fig. 1.18, *b*), prin care piesa ovală deși corespunde cotei, nu intră.

Modalitățile în care trebuie să se folosească calibrele pentru alezaje și calibrele pentru arbori sînt următoarele:

a) pentru calibrele potcoavă: se așază calibrul deasupra arborelui, care trebuie să alunece cu partea „Trece" peste arbore, iar cu partea „Nu trece" trebuie să rămînă înțepenit. În timpul verificării calibrul nu trebuie apăsat pe arbore. Verificarea se face de cel puțin două ori pe aceiași porțiune, în două poziții care fac un unghi de 90°, în stare de repaos.

b) pentru calibrele tampon: acestea trebuie să treacă prin alezajul care se verifică, sau să nu treacă, numai datorită greutății proprii.

1.10.1. Șabloanele pentru control.

Controlul razelor și suprafețelor curbe și sferice de precizie mai mică se face cu ajutorul șabloanelor.

Clasificarea acestor șabloane se face după destinație: șabloane pentru unghiuri, șabloane pentru filet, șabloane pentru profiluri simple sau pentru profiluri complexe (fig. 1.20).

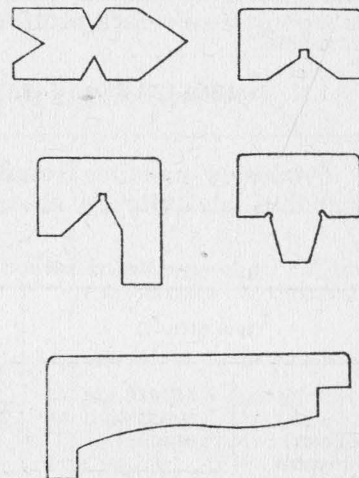


Fig. 1.20. Șabloane.

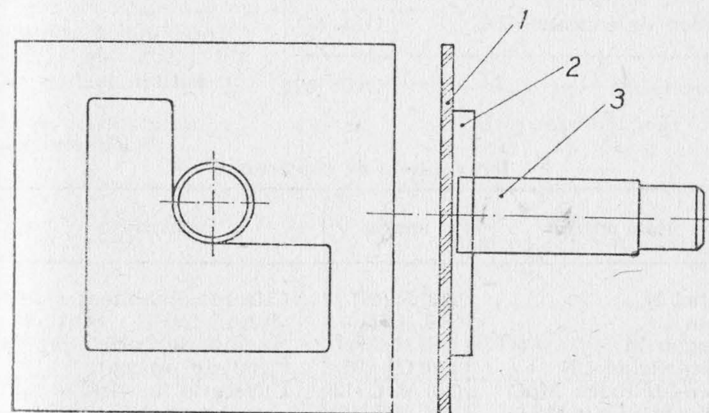


Fig. 1.21. Controlul razei rectificate:
1 — sticlă transparentă; *2* — șablon de control; *3* — calibru de control.

Controlul profilului șablonului se face așezînd șablonul pe geamul unei cutii de control, iar în lipsa cutiei pe un geam simplu (fig. 1.21). Dacă între șablon și dorn nu apare fanta de lumină, raza este corectă. În caz contrar, va trebui să se refacă profilul șablonului.

1.11. SIMBOLIZAREA CALITĂȚII METALELOR STANDARDIZATE MAI IMPORTANTE

Produsele metalice standardizate se reprezintă prin simboluri alcătuite de obicei dintr-o parte literală și o parte numerică. Simbolurile cuprind cifre diferite, în funcție de marca produsului (tab. 1.11; 1.12; 1.13; 1.14; 1.15 și 1.16).

Tabelul 1.11

Oțeluri carbon de construcție

Tipul oțelului		Simbol	Observații
Carbon obișnuit OL	Pe bază de caracteristici mecanice	OL (37)	Cele două cifre indică rezistența minimă de rupere la tracțiune în daN/mm^2
	Pe bază de compoziție chimică	OL (37)	
Carbon de calitate OLC		OLC (35)	Cifrele indică conținutul mediu de carbon în sutimi de procente
Beton OLX		OLX (52)	

Tabelul 1.12

Oțeluri aliate de construcție

Tipul oțelului	Simbol	Observații
Nichel N Crom C Mangan M Crom-Nichel CN	(13) N (15) (40) C (10) (36) M (17) (30) CN (35)	Cifrele dinaintea simbolului indică conținutul mediu de carbon în sutimi de procente
Crom-Molibden MoC Mangan-Siliciu MS Mangan-Crom MC Crom-Vanadiu VC	(20) MoC (12) (36) MS (12) (40) MC (11)	Cifrele de la sfîrșitul simbolului indică conținutul mediu al elementului principal de aliere în sutimi de procente

Tabelul 1.13

Oțeluri de construcție cu destinație precisă

Tipul oțelului		Simbol	Observații
Pentru arcuri		Arc 4	Cifra reprezintă numărul de ordine al clasificării
Pentru cazane cu abur		*OLK* 1	
Țagle și țevi	oțel carbon	*OLT* 35 M	Nr. indică rezistența minimă la tracțiune în daN/mm^2, M=circa 1% Mn
	oțel aliat	*OAT* 2	Cifra reprezintă numărul de ordine al clasificării
Pentru rulmenți		*Rul* 3	
Pentru construcții electrotehnice		*E*-IV	Cifra romană indică numărul de ordine
Pentru prelucrat la automate		*Aut* 08	Cifra indică conținutul de carbon în sutimi de procente
Fosforos pt. piulițe		*OLF*	Calitate unică
Inoxidabile și anticorozive		13 NC 185 X	*X* de la sfîrșitul simbolului indică un oțel de rezistență la coroziune intercristalină

Tabelul 1.14

Oțeluri pentru scule

Tipul oțelului	Simbol	Observații
Oțel carbon pentru scule	*OSC* 10 M	Numărul indică conținutul mediu de carbon în zecimi de procente M=conținut mai mare de Mn
Oțel pentru pile	*OSP* 10 Cr	Numărul indică conținutul mediu de carbon în zecimi de procente Cr=oțel aliat cu crom
Oțel pentru cuțite (pentru mat. nemetalice	*OSL* 4 Cr	Cifra indică numărul de ordine al clasificării Cr=oțel aliat cu crom

Tabelul 1.15

Cuprul și aliajele de cupru

Metalul sau aliajul	Simbol	Observații
Cupru electrolitic Cu E	Cu E	
Cupru rafinat Cu	Cu (9)	Numărul reprezintă prima zecimală a conținutului de cupru peste 99%
Cupru fosforos Cu-P	Cu-P (13)	Numărul reprezintă conținutul mediu de fosfor
Cupru convertizor	Cu (A)	Litera după simbolul Cu, indică calitatea

Tabelul 1.15. (continuare)

Metalul sau aliajul		Simbolul	Observații
Alamă turnată AmT	Obișnuită	AmT (1)	T=turnat X=special Cifra indică tipul aliajului
	Specială X	AmXT (11)	
Alamă și tombac laminabil Am	Obișnuită	Am (70)	Numărul indică conținutul mediu de cupru
	Specială	AmX (2)	X=special Numărul indică tipul aliajului
	Pentru țevi de condensatoare	AmX Sb AmX Sn	X=special Sb sau Sn indică tipul respectiv pentru aliajele destinate țevilor de condensatoare
Alamă pentru lipit Am Lp	Livrată în grăunți	Am (42) Lp	Numărul indică conținutul mediu de cupru Lp=lipit; Sn respectiv Si=Simbolul chimic al adaosului principal
	Cu siliciu	Am Si Lp	
	Cu staniu	Am Sn Lp	
Bronz cu staniu turnat Bz T	Cu staniu	Bz (10) T	Numărul indică conținutul mediu de staniu; T=turnat; Zn=zinc, în cazul bronzurilor cu zinc
	Cu-Sn-Zn și Sn-Zn-Pb	Bz (6) Zn T	
Bronz cu aluminiu turnat; Bz ALT		Bz AL (7) T	Numărul indică conținutul mediu de aluminiu; T=turnat

Tabelul 1.16

Aliaje de aluminiu

Aliajul	Simbol	Observații
Aliaje de aluminiu pentru turnătorie AAT_o	Provenite din recuperări și deșeuri AAT	Numărul fracției indică metalul de adaos (principal) Cu=1; Ni=2; Si=3; Mg=4; iar numitorul indică numărul de ordine din categoria respectivă. Face excepție AAT_o la care nu se precizează elementele componente
	Al-Cu; $AAT\ ^1/_1$	
	Al-Cu-Ni; $AAT\ ^2/_1$	
	Al-Si; $AAT\ ^3/_1$	
	Al-Mg	

Formele și dimensiunile plăcuțelor din carburi metalice pentru armarea cuțitelor și a altor scule așchietoare se fabrică conform STAS 6373/1-73, în diferite forme și dimensiuni (tabelul 1.17).

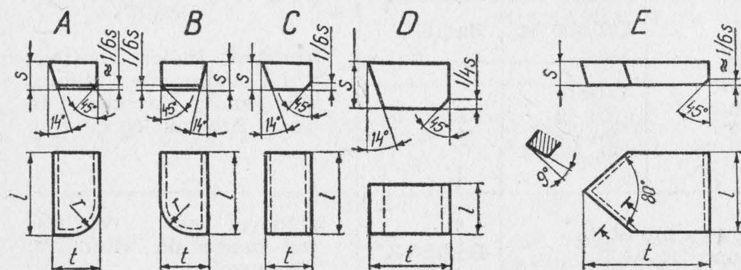
Tabelul 1.17

PLĂCUȚE DIN CARBURI METALICE PENTRU CUȚITE DE STRUNG

Dimensiuni în mm.

1 - Forme

Plăcuțele din carburi metalice se execută în cinci forme : A, B, C, D și E conform figurii :



Tabelul 1.17 (continuare)

Exemplu de notare: Plăcuță C2O STAS 6373/1-73

Mărimea plăcuței l nominal	A și B				C			D			E		
	l	t	s	r	l	t	s	l	t	s	l	t	s
3	–	–	–	–	–	–	–				–	–	–
4	–	–		–	–	–	–						
5	5	3	2	2	5	3	2	5,5	12	5	5	12	3
6	6	4	2,5	2,5	6	4	2,5	6,5	14	6	6	14	3,5
8	8	5	3	3	8	5	3	8,5	16	8	8	16	4
10	10	6	4	4	10	6	4	10,5	18	10	10	18	5
12	12	8	5	5	12	8	5	12,5	20	12	12	20	6
16	16	10	6	6	16	10	6	–	–	–	16	22	7
20	20	12	7	7	20	12	7	–	–	–	20	25	8
25	25	14	8	8	25	14	8	–	–	–	25	28	9
32	32	18	10	10	32	18	10	–	–	–	32	32	10
40	40	22	12	12	40	22	12	–	–	–	–	–	–
50	50	25	14	14	50	25	14	–	–	–	–	–	–

1.12. RECTIFICAREA PIESELOR SIMPLE

Rectificarea pieselor simple cu suprafețe plane, cilindrice exterioare sau interioare, nu prezintă dificultăți în ceea ce privește realizarea procesului de rectificare. La aceste piese suprafețele de rectificat sînt netede fără trepte de prelucrare și fără a necesita dispozitive deosebite pentru fixare.

1.12.1. **Rectificarea cozii cilindrice la alezoare și freze.** Rectificarea între vîrfuri a cozilor de la alezoare și freze (fig. 1.22, *a; b*) pe mașini de rectificat exterior sau universale se realizează după următoarele faze:

Faza 1. Curățirea celor două găuri de centrare cu ajutorul unei scule abrazive sub formă de bară (fig. 1.23). Piatra se fixează într-o mandrină și primește mișcarea de rotație de la un motor electric. Piesa este ținută în mînă și rotită ușor pentru a se curăța uniform găurile de centrare.

Faza 2. Fixarea piesei între vîrfurile mașinii de rectificat se realizează apropiind păpușa mobilă față de păpușă fixă la o distanță corespunzătoare.

Antrenarea piesei în mişcarea de rotaţie se realizează cu ajutorul unei inimi de antrenare *4* care se reazemă pe cepul platoului de antrenare *3* (fig. 1.24).

Dimensiunile vîrfurilor de fixare sînt diferite, în funcţie de mărimea maşinii.

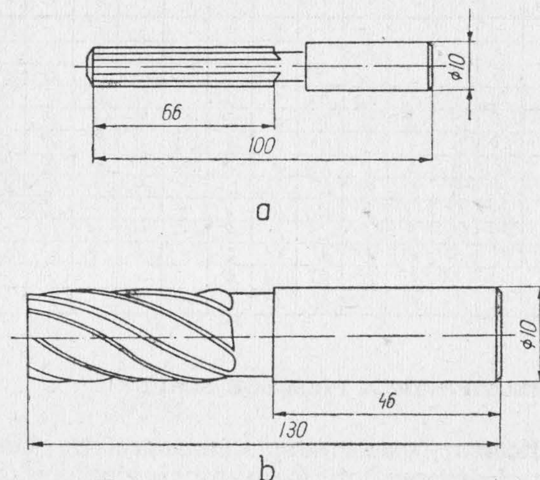


Fig. 1.22. Rectificarea cilindrică a cozilor de scule:
a — alezor cilindric de mînă; *b* — freză cu coadă.

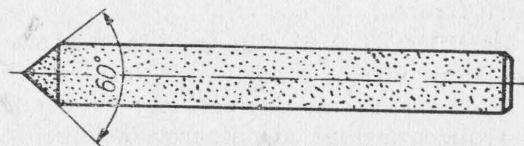


Fig. 1.23. Bară abrazivă.

Cînd se montează vîrfurile în cele două păpuşi, locaşurile în care intră trebuie să fie bine curăţate de praf şi murdărie şi se verifică dacă vîrfurile au bătaie, aceasta se observă prin faptul că, la rotire, vîrful descrie un cerc.

Lucrul pe maşină va putea începe numai după ce bătaia vîrfului a fost îndepărtată, controlul făcîndu-se cu comparatorul.

Gaura de centrare dinspre păpuşa mobilă se va unge cu unsoare consistentă.

Faza 3. Se rectifică primul strat de pe piesă, după care se controlează paralelismul piesei faţă de glisierele mesei. Controlul se face cu micrometrul măsurînd dia-

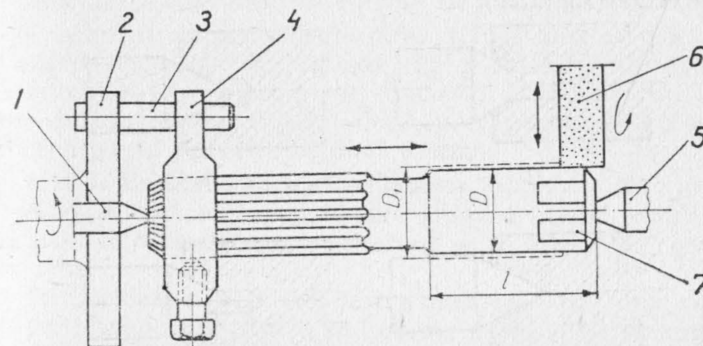


Fig. 1.24. Rectificarea rotund exterioară a unui alezor:
1 — vîrful păpuşii fixe; *2* — platou de antrenare; *3* — cap de antrenare; *4* — inimă de antrenare; *5* — vîrful păpuşii mobile; *6* — disc abraziv; *7* — alezor.

metrul la cele două capete. Cînd diametrele sînt diferite, trebuie corectat paralelismul prin rotirea mesei superioare cu ajutorul unui şurub prevăzut la maşină.

Se rectifică din nou piesa, urmată de verificare şi se continuă pînă este asigurat paralelismul, respectiv cilindricitatea piesei.

Începe rectificarea propriu-zisă. Piesa se deplasează împreună cu masa prin faţa discului abraziv, executîndu-se o rectificare de degroşare din mai multe treceri. Rectificarea de finisare urmăreşte să dea suprafeţei piesei ce se prelucrează precizia şi calitatea suprafeţei necesare.

La lucrările ce se execută între vîrfuri majoritatea greşelilor se datoresc găurilor de centrare care au fost executate greşit. În toate cazurile (fig. 1.25, *a*, *b* şi c) în timpul lucrului piesa va oscila, va avea bătăi, fapt care duce la rebutarea ei. Gaura de centrare executată corect este cea prevăzută în fig. 1.25, *d*.

1.12.2. **Rectificarea exterioară fără centre, a bolţurilor.** Rectificarea exterioară a pieselor cilindrice de serie mare se execută pe maşini de rectificat fără vîrfuri, realizîndu-se o mare productivitate şi un preţ de cost redus.

Bolţurile cilindrice se rectifică cu avans longitudinal de trecere (fig. 1.26).

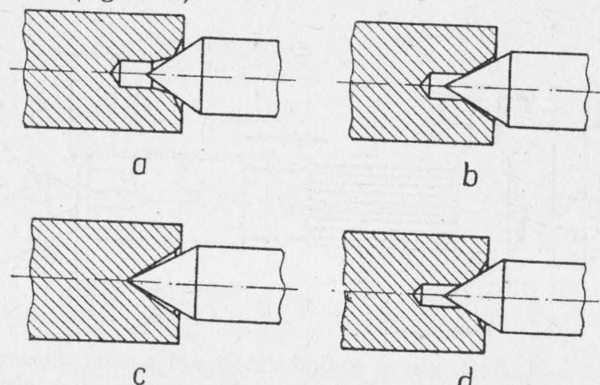


Fig. 1.25. Găuri de centrare:
a, b, c — greşite; *d* — corectă.

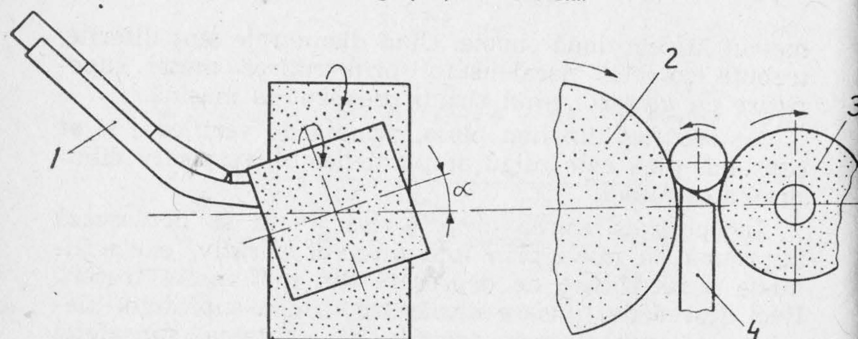


Fig. 1.26. Rectificarea tijelor pe maşini de rectificat fără vîrfuri.

Piesa se rectifică prin introducerea între discul abraziv *2* şi discul conducător *3*, fiind susţinută de rigla *4*.

La reglarea maşinii se introduce piesa cu diametrul cel mai mare şi se apropie discurile pînă ce se rectifică piesa curat. Pe jgheabul *1*, de alimentare, se aşază piesele

cap la cap şi acestea trec succesiv printre cele două discuri, obţinîndu-se aceiaşi cotă. Operaţia se repetă de atîtea ori pînă se îndepărtează adausul de rectificare. La o trecere se rectifică 0,03 . . . 0,06 mm.

La ultima trecere care este de finisare se îndepărtează 0,01 . . . 0,02 mm, în funcţie de calitatea suprafeţei.

Procedeul de rectificare fără vîrfuri descris este cu avans de trecere (longitudinal). La rectificarea cu avans longitudinal, axa discului de avans *3*, se înclină din poziţia orizontală cu unghiul de 1 . . . 4° pentru asigurarea trecerii piesei printre cele două discuri.

1.12.3. **Rectificarea tijei supapelor.** Supapele sînt piese folosite la motoarele cu ardere internă, avînd rolul de admisie al amestecului carburant şi a evacuării gazelor arse.

Părţile care se rectifică la o supapă sînt tija supapei şi corpul supapei. Supapele se produc în serie pe strunguri speciale şi rectificarea tijei se execută pe maşini de rectificat fără vîrfuri.

Metoda aplicată pentru rectificarea tijei supapei pe aceste maşini este rectificarea cu avans transversal care se foloseşte pentru piese scurte cu reborduri.

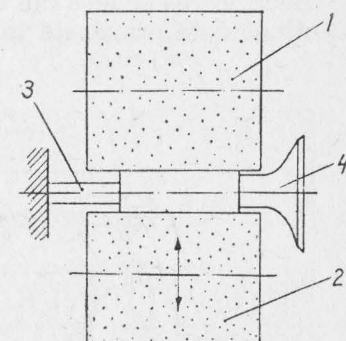


Fig. 1.27. Rectificarea tijei supapei:
a — disc abraziv; *2* — disc abraziv de antrenare; *3* — opritor; *4* — piesă de rectificat.

Lăţimea discurilor abrazive este mai mare decît lungimea porţiunii de rectificat, pentru a se putea rectifica dintr-o singură trecere toată lungimea. Avansul transversal este continuu. Piesele se introduc prin partea de sus şi se aşază pe rigla de reazem fiind împinsă pînă la opritor care determină lungimea (fig. 1.27).

Rectificarea se face din două treceri în funcţie de adausul de prelucrare, eboşare şi finisare.

Pentru degroşare viteza de avans transversal (de pătrundere) se alege de 0,6 mm/min, discul abraziv avînd du-

ritatea K—L, iar pentru finisare, viteza avansului de pătrundere va fi de 2 mm/min.

1.12.4. Rectificarea plăcilor cu dimensiuni mari. Plăcile cu dimensiuni mari, rectificate înainte de tratamentul termic, se utilizează de obicei ca elemente de bază în construcţia S.D.V.-urilor şi în special la executarea matriţelor şi ştanţelor, ca plăci de bază, plăci de ghidare, plăci portpoansoane şi plăci de cap.

Prelucrarea prin rectificare plană a plăcilor de acest fel se realizează pe maşini de rectificare plan cu ax vertical.

Înainte de a fi supuse operaţiei de rectificare toate laturile plăcilor trebuie prelucrate prin frezare sau rabotare, lăsîndu-se un adaus de prelucrare prevăzut în tabelul 1.10.

Piesele frezate, pregătite pentru rectificare (teşite muchiile), se fixează pe platoul electromagnetic al maşinii după care se apropie capul vertical portpiatră de piesele de prelucrat.

Rectificarea se face din una sau mai multe treceri, pînă se atinge cota prevăzută în desenul de execuţie al piesei.

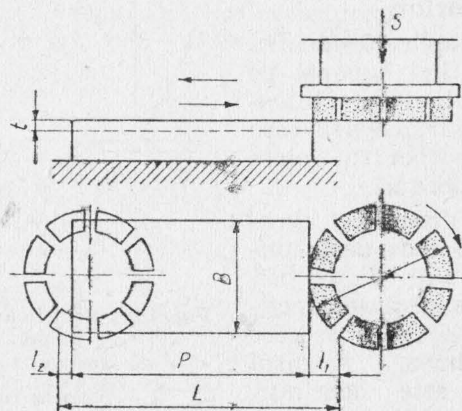


Fig. 1.28. Rectificarea cu segmenţi abrazivi.

Rectificarea plană verticală, cu segmenţi abrazivi (fig. 1.28) prezintă mai multe avantaje faţă de piatra oală, întrucît se pot folosi viteze mai mari. De asemenea, nu este

pericol de spargere a discului, lichidul de aşchiere pătrunde mai uşor la locul de aşchiere, suprafaţa de contact între piesă şi segment este mai mică şi discontinuă, deci pericolul de supraîncălzire este redus.

La rectificarea plană verticală cu piatră oală (fig. 1.29), pentru operaţia de degroşare axul portsculă, la unele maşini, se poate înclina cu 1 . . . 5°, faţă de suprafaţa care se prelucrează în direcţia avansului longitudinal, pentru ca discul abraziv să nu fie în contact cu toată suprafaţa, astfel lichidul de aşchiere pătrunde mai uşor, iar aşchiile vor fi şi ele eliminate mai uşor.

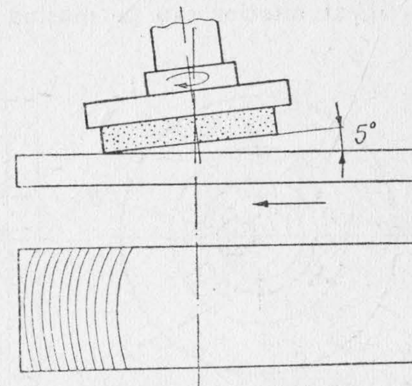


Fig. 1.29. Aşezarea înclinată a axului portsculă.

Suprafaţa prelucrată va prezenta în acest caz urme în formă de arce de cerc echidistante (fig. 1.30, *a*).

Pentru operaţia de finisare, axa sculei nu se mai înclină, întreaga suprafaţă frontală venind astfel în contact cu suprafaţa prelucrată, iar urmele de prelucrare avînd forma unor arce de cerc încrucişate (fig. 1.30, *b*).

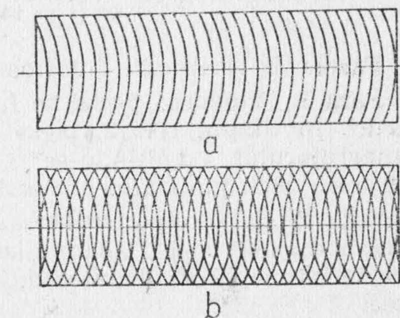


Fig. 1.30. Urme de rectificare pe piese la rectificarea plană verticală:
a — degroşare; *b* — finisare.

La rectificarea pieselor pe maşini cu ax vertical, adîncimea de aşchiere este de 0,05 . . . 0,10 mm, pentru degroşare şi 0,01 . . . 0,04 mm, pentru finisare.

Viteza avansului principal este cuprins între 8... 25 m/min.

1.12.5. **Rectificarea interioară a bucșelor.** Rectificarea interioară a bucșelor (fig. 1.31) se realizează pe mașina de rectificat interior sau pe mașina de rectificat universală.

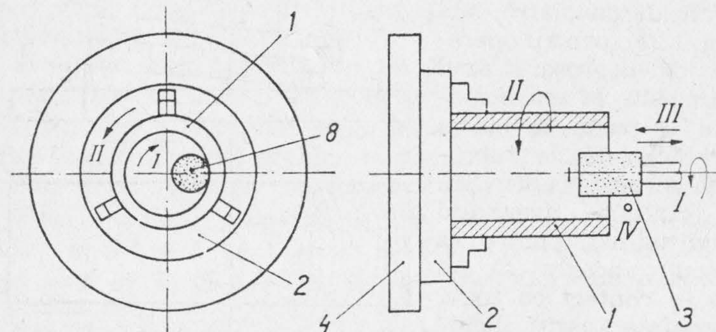


Fig. 1.31. Schema rectificării la mașini de rectificat rotund interior cu cap de prindere:
1 — piesă; 2 — universal; 3 — disc abraziv; 4 — flanșă de fixare; I — mișcare principală; II — avans circular; III — avans longitudinal; IV — avans de pătrundere.

Fazele de rectificare interioară sînt următoarele:

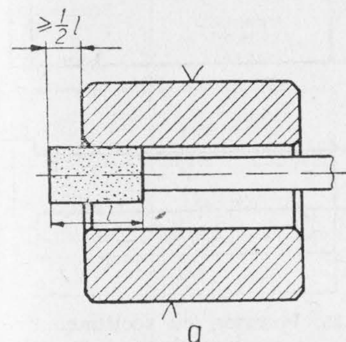
Faza 1. Prinderea piesei se face în universalul cu trei bacuri. În timpul fixării, piesa se centrează cu ajutorul comparatorului, admițîndu-se o excentricitate interioară mai mică decît jumătatea adausului de prelucrare.

Faza 2. Pe tija portsculă se montează discul abraziv al cărui diametru va fi 0,8 din diametrul găurii. După montare se îndreaptă cu diamantul, înlăturîndu-se excentricitatea.

Faza 3. Se introduce discul abraziv în alezaj și se rectifică interiorul curat. Se verifică cilindricitatea. Dacă alezajul este conic se reglează mașina pînă se obține același diametru pe toată lungimea piesei.

La rectificarea interioară discul abraziv nu trebuie să fie scos din alezaj, mai mult de jumătate din lățimea lui (fig. 1.32), deoarece la ambele capete se va produce o lărgire a găurii.

Adîncimea de așchiere trebuie să fie mică. În caz contrar tija discului abraziv fiind subțire se va încovoia datorită forțelor de rectificare și va rezulta o gaură neuniformă.



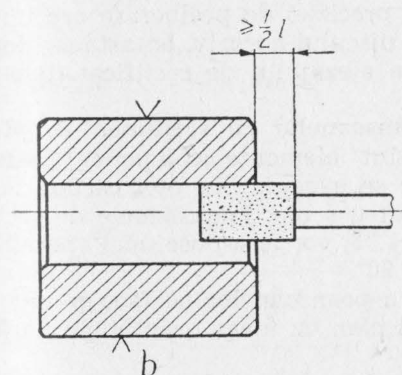


Fig. 1.32. Poziția discului abraziv în alezaj la rectificarea interioară.

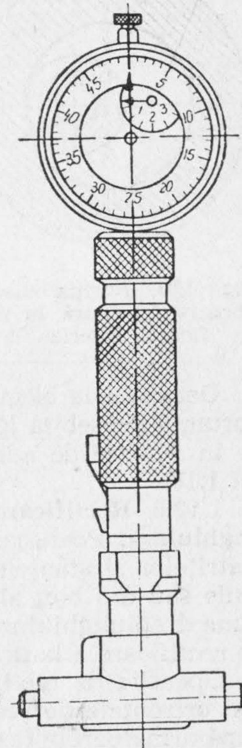


Fig. 1.33. Comparator cu cadran pentru măsurarea alezajelor.

În timpul lucrului alezajul se controlează cu ajutorul unui aparat de verificat alezaje cu comparator (fig. 1.33) sau cu ajutorul unui calibru tampon.

Procesul de așchiere se realizează după cum se arată în fig. 1.34 unde piesa se rotește în sens contrar sensului de rotație a discului abraziv, discul executînd în același timp și mișcarea de avans longitudinal.

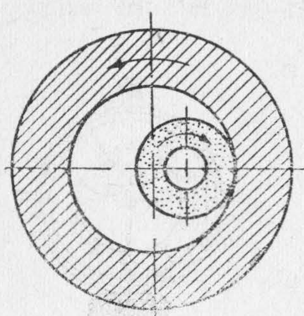
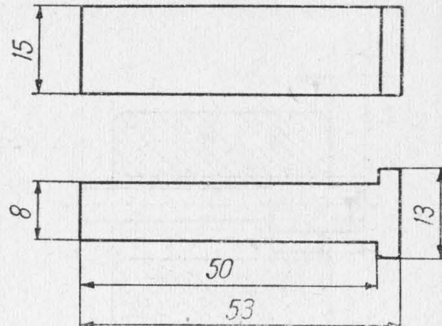


Fig. 1.34. Poziția discului abraziv în gaură la rectificarea interioară.



1.35. Poanson cu secțiunea dreptunghiulară.

Deoarece la asigurarea preciziei de prelucrare are importanță deosebită lățimea discului abraziv, aceasta se alege în funcție de adîncimea alezajului de rectificat (tabelul 1.18).

1.12.6. **Rectificarea poansoanelor cu secțiunea dreptunghiulară.** Poansoanele sînt elemente componente ale matrițelor și ștanțelor. Ele se execută din oțel carbon de scule sau din oțel aliat pentru scule. Poansoanele de secțiune dreptunghiulară, fig. 1.35, vor fi supuse unei operații de rectificare a laturilor la 90°.

Operația de rectificare a poansoanelor se face pe mașini orizontale de rectificat plan cu masa dreptunghiulară după următoarele faze:

Faza 1. Se rectifică suprafața cea mai lată, așezîndu-se poansoanele pe placa electromagnetică cu gulerul în afară (fig. 1.36).

Poansoanele se reazemă pe un echer cu talpă și se rectifică pînă cînd de pe suprafața lor dispar urmele prelucrării anterioare.

Se rectifică partea opusă prin mai multe treceri de degroșare pînă rămîne un adaus de 0,05 mm, pentru fini-

Tabelul 1.18

Alegerea diametrului și lățimii discului abraziv

Diametrul discului în funcție de diametrul găurii de rectificat		**Lățimea discului în funcție de adîncimea găurii de rectificat**	
Diametrul găurii de rectificat d_p mm	Diametrul discului D mm	Adîncimea găurii L mm	Lățimea discului de rectificat B_D mm
12...18	10...15	20...25	16...18
18...22	15...20	26...30	20...25
22...27	20...25	31...35	22...28
27...32	25...30	36...40	25...30
32...45	30...35	41...45	30...35
45...55	35...40	46...50	32...40
55...70	40...50	51...60	40...50
70...80	50...60	61...75	50...60
80...100	60...80	75...100	60...65
100...130	80...100	100...120	65...70
130...150	100...125	120...140	70...75
>150	>125	>140	>75

Obs. Pentru diametre peste ∅ 150 se va calcula diametrul discului formula $D \cong 0{,}8\ dp$

sare, care se îndepărtează prin rectificări pe o parte şi cealaltă cu adîncimea de rectificare de 0,01 mm. Se verifică cota de 8 mm, cu micrometrul, iar planitatea cu rigla cuţit.

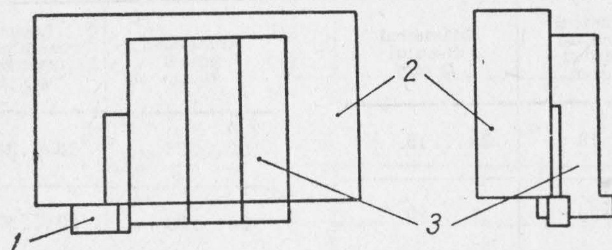


Fig. 1.36. Aşezarea poansoanelor dreptunghiulare pe masa electromagnetică de rectificat:
1 — echer cu talpă; 2 — masă electromagnetică; 3 — poanson de rectificat.

Faza 2. Urmează rectificarea la 90° a cotei de 15 mm. Poansoanele se fixează în dispozitivul de strîngere cîte două bucăţi, proeminenţele fiind una de o parte şi cealaltă în partea opusă.

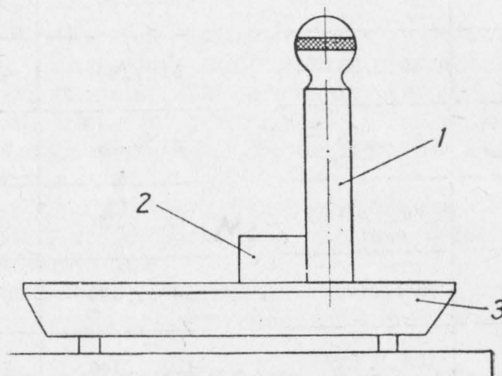


Fig. 1.37. Verificarea perpendicularităţii laturilor poansonului dreptunghiular cu cilindrul de control:
1 — cilindrul de control; 2 — poanson; 3 — masă de control.

Înainte de fixare pe placa electromagnetică se teşesc muchiile cu o piatră pilă pentru a asigura paralelismul celor două suprafeţe.

După terminarea operaţiei de rectificare, poansoanele se verifică la cote cu micrometrul, iar perpendicularitatea suprafeţelor se verifică pe placa de control cu ajutorul cilindrului de control (fig. 1.37).

Discul abraziv se alege în funcţie de calitatea materialului, care în urma tratamentului termic are duritatea de 60 ... 62 *HRC*, deci se va folosi un disc abraziv 25 *J* sau 25 *K* electrocorindon cu liant ceramic.

1.13. NOŢIUNI DE TEHNOLOGIA NETEZIRII

Netezirea este operaţia prin care se urmăreşte obţinerea unei calităţi superioare a suprafeţelor, precizii dimensionale şi a formelor geometrice ridicate, ale suprafeţelor piesei.

Înainte de a se trece la operaţia de netezire, piesele necesită prelucrări de finisare prin rectificare sau alezare.

Netezirea suprafeţelor plane, de rotaţie sau de forme speciale, se execută manual sau mecanic.

1.13.1. **Prelucrări de netezire.** Cele mai importante procedee de prelucrări prin netezire sînt:
— lepuirea (rodarea);
— honuirea;
— superfinisarea (vibronetezirea);
— lustruirea.

1.13.1.1. **Lepuirea (rodarea).** Lepuirea este operaţia de netezire prin care se îndepărtează pe cale mecanică sau mecano-chimică vîrfurile neregularităţilor de pe suprafaţa piesei. Sculele de lepuit se execută din materiale moi cum ar fi: fonta, cuprul, plumbul etc., pe care se aşază abrazivul sub formă de pastă.

Prin deplasarea relativă a piesei şi sculei de lepuit, pulberea abrazivă îndepărtează particolele de metal.

Lepuirea se realizează în două etape: lepuirea de degroşare prin care se îndepărtează marea parte a adausului de prelucrare şi se corectează forma geometrică a pie-

sei și lepuirea de finisare, prin care datorită unei așchieri foarte fine a suprafeței se îmbunătățește calitatea acesteia. Totodată nu se admit pe suprafața lepuită denivelări sau rotunjiri. Pentru evitarea acestora trebuie ca eforturile aplicate piesei în timpul lepuirii să fie repartizate uniform.

1.13.1.2. **Procedee de lepuire.** În practica lepuirii se cunosc mai multe procedee, care se deosebesc între ele prin felul cum se aplică granulele de abraziv, calitatea lor și ungerea folosită. Astfel se deosebesc:

— lepuirea cu granule de abraziv libere, care pătrund în timpul lucrului pe suprafața sculei de lepuit; acest procedeu este cel mai răspîndit;

— lepuirea cu granule abrazive presate dinainte în sculă, unde granulele sînt presate pe suprafața sculei, în așa fel ca să nu-și piardă capacitatea de așchiere; acest procedeu se aplică mai mult în industria constructoare de instrumente și aparate de măsură;

— lepuirea cu paste; prin aplicarea acestui procedeu se obține o productivitate și o calitate mai bună decît la celelalte procedee.

Adausul de prelucrare pentru lepuire, la piesele cilindrice, are valori cuprinse între 0,005 și 0,012 mm pentru degroșare și pînă la 0,005 mm pentru finisare, iar pentru cele plane adausurile pe o față sînt cuprinse între 0,004 ... ... 0,008 mm.

Regimul de lucru se caracterizează prin viteză mică, 6 ... 30 m/min și o presiune de lucru de 0,5 ... 3 daN/cm^2.

Precizia obținută prin lepuire poate fi de 1 ... 3 μm, iar rugozitatea suprafeței R_a=0,01 ... 0,03 μm.

1.13.1.3. **Materialele folosite la prelucrarea prin lepuire.** Materialele folosite la prelucrarea prin lepuire sînt granulele abrazive libere, foarte fine, amestecate într-o unsoare.

Cele mai uzuale materiale abrazive folosite la lepuire sînt: oxidul de crom, miniul de fier, varul de Viena, carborundul, carbura de siliciu, carbura de bor, praful de diamant, etc. Granulația acestor materiale este fină 5 ... . 80 μm.

Lepuirea cu paste formate din granule abrazive cum sînt: carbura de siliciu, oxidul de aluminiu, carbura de bor etc., amestecate cu ulei, petrol, benzină, alcool, care se aplică apoi pe suprafața sculei sau piesei într-un strat subțire, dau rezultate foarte bune.

Se mai pot face amestecuri din granule de oxid de crom în acid oleic și stearic folosite ca lianți, dînd o pastă cu reacții chimice de oxidare a suprafeței de lepuit. Pelicula de oxizi formată este apoi ușor îndepărtată. Prin aplicarea acestei paste la lepuire se obține o productivitate și a calitate bună.

1.13.1.4. **Operații de lepuire.** Operațiile de lepuire se pot aplica la prelucrarea suprafețelor exterioare, interioare, rotunde, plane sau profilate și se pot executa manual, semimecanic și mecanic.

a) Lepuirea plană se aplică la o suprafață plană sau la două suprafețe plane, paralele ale piesei.

b) Lepuirea rotundă se execută cu scule pentru suprafețe exterioare, interioare, cilindrice sau conice.

Pentru lepuirea suprafețelor conjugate, sferice sau conice, scula de rodat este chiar piesa conjugată.

c) Lepuirea suprafețelor de forme speciale (flancurile dinților roților dințate, fusurile arborilor cotiți) se execută cu mașini de lepuit speciale.

Operațiile de lepuire pe mașini-unelte pot fi mecanizate sau semimecanizate.

La lepuirea mecanică, scula are o mișcare de rotație (discul mașinii de lepuit plan) sau o mișcare de rotație și una de dute-vino (scula mașinii de lepuit interior, vertical).

Lepuirea mecanică se face în special pentru suprafețele exterioare ale pieselor ca de exemplu: segmenți de piston, tije de supape și garnituri de cale plan paralele.

La lepuirea semimecanică, scula se fixează de cele mai multe ori pe axul unei mașini de găurit, de lepuit, iar piesa se deplasează manual pe suprafața activă a sculei. Alteori piesa se fixează în dispozitivul de prindere, iar scula este antrenată manual pe suprafața de prelucrat a piesei. Prin această operație se execută lepuirea diametre-

lor la calibrele inel filetate și netede, muchiile așchietoare ale cuțitelor de strung, armate cu plăcuțe dure etc.

1.13.1.5. **Scule pentru lepuire.** Sculele pentru lepuire diferă după suprafața de prelucrat. Ele pot fi:

1) scule pentru prelucrarea suprafețelor exterioare;
2) scule pentru prelucrarea suprafețelor interioare.

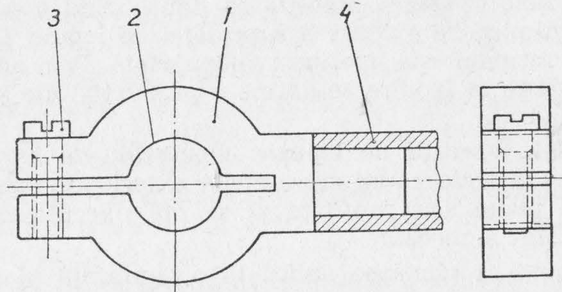


Fig. 1.38. Clupă de lepuit:
1 — corpul clupei; *2* — porțiunea de lucru; *3* — șurub de stringere; *4* — mîner.

La rîndul lor sculele pentru lepuirea suprafețelor exterioare pot fi:

— scule pentru lepuirea suprafețelor exterioare circulare (fig. 1.38) numite clupe;
— scule pentru lepuirea suprafețelor exterioare plane (fig. 1.39) cum sînt plăcile de lepuit.

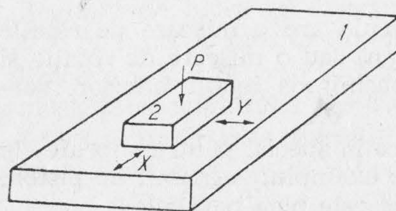


Fig. 1.39. Lepuirea plană cu ajutorul plăcilor de fontă:
1 — placă de fontă; *2* — piesă.

Sculele pentru lepuirea suprafețelor interioare pot fi:

— scule circulare numite dornuri de lepuit;
— scule plane sub formă de lame din fontă.

Pentru realizarea unui randament bun de prelucrare și mai ales pentru compensarea uzurii, dornurile de lepuit se execută reglabile (fig. 1.40, *a*, *b*).

1.13.2. **Honuirea.** Honuirea este o operație de netezire a alezajelor cilindrice cu ajutorul unor bare abrazive cu granulație fină, montate pe un cap special extensibil. Capul primește, de la axul principal al mașinei, o mișcare de

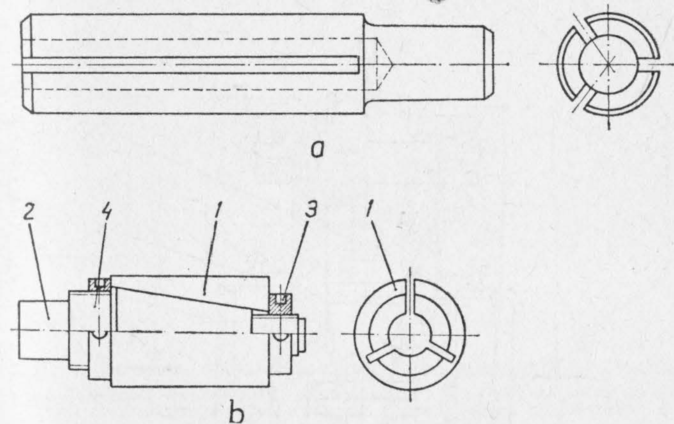


Fig. 1.40. Scule pentru lepuit:
a — dorn extensibil pentru lepuit; *b* — dorn reglabil de lepuit; *1* — manșon reglabil pentru lepuire; *2* — corpul dornului; *3, 4* — piulițe de reglare.

rotație și una rectilinie alternativă. La această operație se folosește și un lichid de așchiere.

Operația de honuire este o dezvoltare a procesului de lepuire, scula denumită hon apărînd ca o consecință a dezvoltării sculei extensibile de lepuit (fig. 1.41).

Deosebirea dintre honuire și rectificare constă în faptul că la honuire, presiunea de apăsare a sculei abrazive pe suprafața de prelucrat este de 6 . . . 10 ori mai mică, viteza de așchiere este de 50 . . . 120 ori mai mică, iar la prelucrare iau parte toate granulele abrazive de pe periferia barelor.

Traiectoria unei granule abrazive pe suprafața prelucrată reprezintă o elice spre dreapta la mișcarea honului într-un sens și o elice înspre stînga la deplasarea honului

în sens invers. În acest fel, se formează o rețea de linii elicoidale (fig. 1.42).

Cursa barelor abrazive se calculează în așa fel încît acestea să depășească marginile abrazivului pe ambele părți, la ieșire, cu 25 mm.

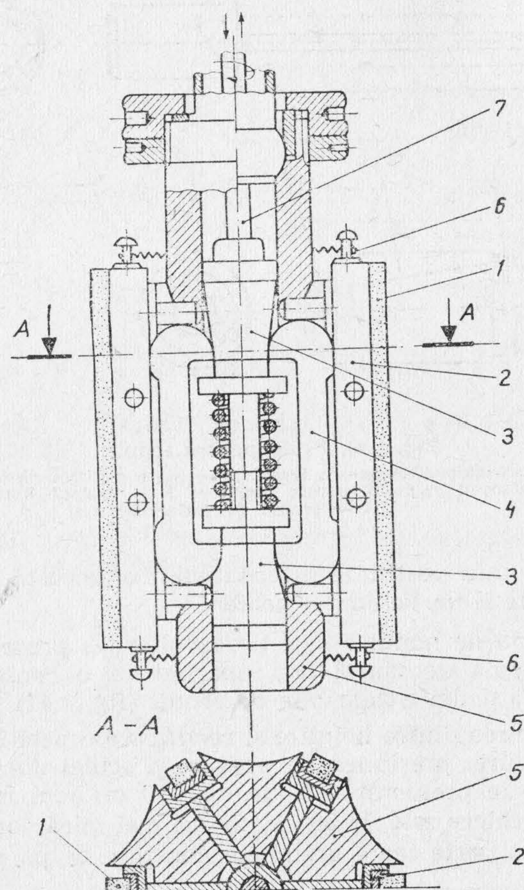


Fig. 1.41. Hon:
1 — bare abrazive; 2 — suporți metalici; 3 — conuri; 4 — plăci intermediare; 5 — corp; 6 — resorturi; 7 — șurub.

Pentru ca granulele abrazive să nu parcurgă aceleași traiectorii, trebuie ca numărul de curse duble ale honului să fie diferit de turația acestuia.

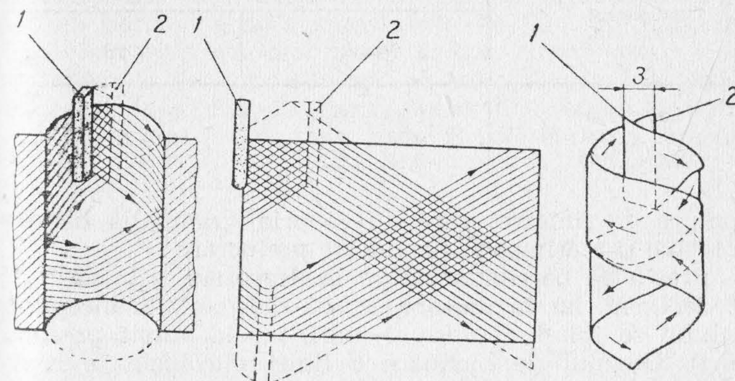


Fig. 1.42. Schema mișcărilor unei bare abrazive la honuire:
1 — poziția barei la începutul primei curse; 2 — poziția barei la sfîrșitul de întoarcere; 3 — zona de suprapunere a mișcărilor.

Barele abrazive de electrocorund se utilizează pentru prelucrarea pieselor din oțel, iar cele din carbură de siliciu se utilizează pentru prelucrarea pieselor din fontă.

La prelucrarea pieselor moi și cu suprafață discontinuă se recomandă micșorarea durității barelor, iar la honuirea metalelor foarte dure se folosește pulbere de diamant.

Adausul de prelucrare se stabilește în funcție de materialul piesei, de diametrul acesteia și de caracterul prelucrării anterioare.

Astfel pentru prelucrările prealabile de strunjire fină, alezare, broșare etc., adausul de prelucrare este de 0,02 ... 0,1 mm, iar după rectificare de 0,01 ... 0,03 mm.

Adausurile de prelucrare la diferite diametre ale alezajului pentru fontă și oțel sînt date în tabelul (1.19).

Ca lichid de așchiere se recomandă petrolul pentru prelucrarea fontei și un amestec de 90% petrol și 10% ulei mineral pentru prelucrarea oțelului. În funcție de caracterul prelucrării anterioare, honuirea se poate executa dintr-una sau mai multe faze (honuire de degroșare,

Tabelul 1.19

Adaosuri de prelucrare la honuire

Diametrul alezajului, mm	Adaosuri la diametru, în mm	
	Fontă	Oțel
25...125	0,02...0,10	0,01...0,04
150...275	0,08...0,16	0,02...0,05
300...500	0,12...0,20	0,04...0,06

honuire de finisare) care diferă prin granulația barelor abrazive și mărimea adausului de prelucrare.

Presiunea barelor abrazive la degroșare, este de 6...12 daN/cm², iar la finisare, 2...3 daN/cm² (la începutul ciclului se folosesc presiuni mari, iar la sfîrșit presiuni mici). Unghiul de înclinare a liniei elicoidale se recomandă de 15...16°. Pentru degroșare se utilizează unghiurile mai mari, cărora le corespunde o calitate a suprafeței mai redusă. Pentru finisare se utilizează unghiuri mai mici, corespunzîndu-le o calitate mai bună a suprafeței.

Valorile vitezelor la honuire în funcție de materialul de prelucrat sînt date (în tabelul 1.20).

Tabelul 1.20

Valoarea vitezelor de prelucrare la honuire

Materialul prelucrat	Viteza honului în mișcare	
	Longitudinală V_1, m/min	De rotire V_2, m/min
Bronz și fontă	15...20	60...70
Oțel moale	10...15	45...65
Oțel călit	5...10	20...35

Operația de honuire se poate aplica la prelucrarea cilindrilor și bucșelor din fontă pentru motoare, precum și la alezajele bielelor, inelelor de rulmenți etc.

1.13.3. **Suprafinisarea.** Operația de suprafinisare este un procedeu de micronetezire cu bare abrazive de granulație foarte fină, cu mișcări de lucru complexe, cu viteze

de așchiere și presiuni reduse, folosind un lubrifiant de o anumită viscozitate pentru a se obține o suprafață netedă și o anumită precizie. Prin suprafinisare se îndepărtează stratul superficial de la operația precedentă. Presiunea barelor asupra piesei este de 0,5...3 daN/cm², care la început este mai mare, iar spre sfîrșit scade.

Operația de suprafinisare se execută mecanic, unde mișcarea complexă de lucru constă din compunerea mai multor mișcări (fig. 1.43, *a*, *b*, *c*). Barele abrazive execută

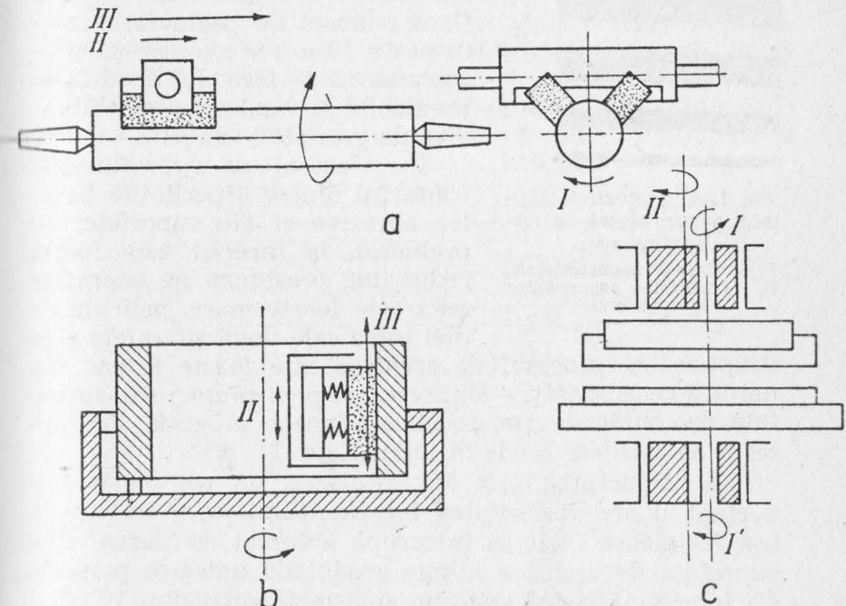


Fig. 1.43. Schemele mișcărilor la suprafinisare:
a — suprafinisare rotundă exterioară; *b* — suprafinisare rotundă interioară; *c* — suprafinisare plană; *I* — mișcarea de rotație a piesei; *II* — mișcarea de oscilație a sculei; *III* — mișcarea de avans a sculei.

mișcări oscilatorii rapide (500—1 200 curse duble pe minut), cu amplitudini (lungimea cursei) de 1,5...6 mm, concomitent cu mișcările de avans (0,1 mm la o rotație a piesei cilindrice). Viteza de rotație a piesei este de 10—25 m/min.

Înălţimea neregularităţilor suprafeţei, după operaţia de suprafinisare este de 0,01 ... 0,25 µm (fig. 1.44). Adausuri de prelucrare de obicei nu se lasă; în acest caz, suprafinisarea se execută în limitele toleranţei dimensiunii prescrise. Cînd se prescriu adausuri, acestea sînt foarte mici: 5 ... 7 µm pe diametru pentru piese de oţel, rectificate în prealabil şi 20 ... 40 µm pentru piese din aluminiu, după strunjire fină. Dacă adausul de prelucrare creşte peste 10 µm e necesar ca prelucrarea să se facă din două faze: prealabilă şi finală, cu bare abrazive de granulaţii diferite.

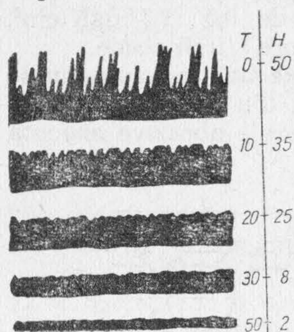


Fig. 1.44. Netezirea treptată a suprafeţei la suprafinisare:
I — timpul suprafinisării; II — înălţimea asperităţilor în microţoli.

În procesul de suprafinisare, contactul dintre asperităţile barelor abrazive şi ale suprafeţei de prelucrat, la început este foarte redus, iar presiunea pe suprafeţe mici este foarte mare, pelicula de ulei între cele două suprafeţe este străpunsă şi procesul de aşchiere este foarte intens. Pe măsură ce asperităţile sînt retezate prin prelucrare, suprafaţa de contact creşte, presiunea începe să scadă, iar procesul de aşchiere scade în intensitate.

La prelucrarea prin suprafinisare, un rol foarte important îl are viscozitatea lubrifiantului, care trebuie în aşa fel aleasă încît să întrerupă automat aşchierea, cînd suprafaţa de aşchiere atinge gradul de netezire prescris. Ca lubrifiant se foloseşte un amestec format din: 10 părţi petrol şi o parte de ulei de maşină sau turbină, cu viscozitatea 2,6 ... 3,3° E 50°C. Pentru oţeluri dure se foloseşte petrolul, iar pentru cele maleabile apă cu săpun.

Barele abrazive au formă prismatică cu secţiunea pătrată de 10×10; 18×18; 25×25 şi lungimile de 50, 80, 100 mm. Lăţimea barei este de 30 .. , 60% din diametrul piesei, iar lungimea cu puţin mai mică decît a piesei. Barele sînt din granule din corindon, carbură de siliciu etc. legate prin lianţi ceramici sau răşini sintetice.

Barele din carbură de siliciu cu lianţi din bachelită sînt recomandate pentru prelucrarea pieselor din fontă, bronz, aluminiu, alamă etc. Barele de oxid de aluminiu cu lianţi ceramici se recomandă pentru prelucrarea pieselor din fontă maleabilă, bronz dur, oţel aliat. Granulaţia barelor abrazive este de *M* 6 ... *M* 40 pentru suprafinisarea prealabilă şi *M* 40 ... *M* 14 pentru cea finală.

Durabilitatea barelor abrazive este în funcţie de duritatea lor, de condiţiile de muncă, de presiunea exercitată asupra lor.

Vitezele periferice sînt mici şi cu frecvenţă de oscilaţie mare, pentru prelucrarea oţelurilor dure şi viteze periferice mari pentru prelucrarea oţelurilor moi.

Mărimea avansului longitudinal nu influenţează calitatea suprafeţei prelucrate, el depinzînd de unghiul ce se

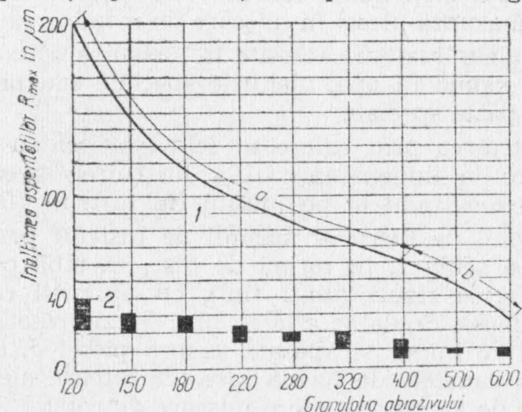


Fig. 1.45. Dependenţa dintre netezimea suprafeţei şi granulaţia barelor abrazive:
1 — curba asperităţilor iniţiale ale suprafeţei; (*a* — strunjire; *b* — rectificare); 2 — valoarea minimă după suprafinisare.

formează între direcţiile urmelor de prelucrare de la operaţia precedentă şi direcţia urmelor lăsate de barele abrazive la operaţia finală.

Pentru finisarea prealabilă $\alpha=22°$, iar pentru cea finală $\alpha=6 \ldots 8°$.

Dependenţa dintre netezirea suprafeţei şi granulaţia barelor abrazive este reprezentată în fig. 1.45.

Operaţia de suprafinisare se aplică:

— suprafeţelor rotunde (cilindrice sau conice) exterioare, iar uneori şi celor interioare;

— suprafeţelor plan exterioare şi interioare;

— suprafeţelor profilate.

1.13.4. **Lustruirea.** Prin lustruire se înţeleg toate procedeele de finisare care asigură luciul de oglindă a suprafeţelor pieselor prelucrate.

Ea se poate realiza prin:

— presiune;

— rulare;

— frecare;

— electrolitic.

1. Lustruirea prin presiune se foloseşte pentru lustruirea metalelor moi. Scula folosită este executată din oţel şi se apasă asupra piesei în mişcare de rotaţie.

Materialele auxiliare folosite la lustruire sînt: alcoolul, soluţia de săpun în apă, uleiurile speciale sau pielea îmbibată cu paste speciale.

2. Lustruirea prin rulare se foloseşte pentru operaţia de finisare la dimensiune şi la lustruirea pieselor de precizie, executîndu-se pe maşini de lustruit (fig. 1.46).

Principiul de lucru al maşinii de lustruit prin rulare prevede ca scula *1*, în formă de disc, să aibă pe suprafaţa periferică rizuri (dinţi fini), cu ajutorul cărora se finisează piesa. Scula se află în mişcare de rotaţie şi este prevăzută cu mîner şi apăsată asupra piesei *5*, care este aşezată în canalele de formă corespunzătoare ale arborelui *2*, care de asemenea, are o mişcare de rotaţie.

3. Lustruirea prin frecare este un procedeu de finisare la care se folosesc discuri moi din diferite ţesături, pîslă, lemn, hîrtie presată etc., pe care sînt aplicate granule abrazive fixate cu cleiuri. Materialele abrazive folosite sînt: electrocorundul, oxidul de fier — pentru lustruirea oţelului, carbura de siliciu şi oxidul de fier — pentru lustruirea fontei.

La lustruirea fină, materialul abraziv se foloseşte în formă de pastă. Acesta conţine ceară sau parafină, petrol şi oxid de fier sau oxid de crom.

Lustruirea se poate face manual sau mecanic.

Lustruirea manuală se face pe maşina de lustruit manual (fig. 1.47). Maşina are arborii *1* şi *2* pe care se fixează discurile de lustruit. Arborii sînt antrenaţi de motoarele electrice *3* şi *4* prin intermediul curelelor trapezoidale *5* şi *6*.

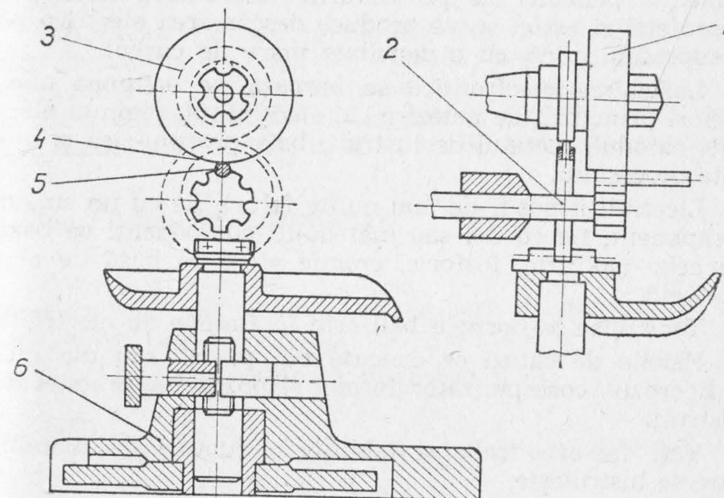


Fig. 1.46. Maşină de lustruit prin rulare.

Pentru producţia de serie, operaţia de lustruire se face pe maşini automate, cu avans automat.

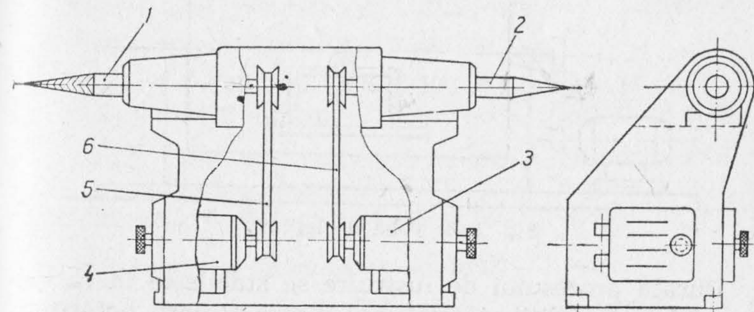


Fig. 1.47. Maşină de lustruit manuală.

4. Lustruirea electrolitică este un procedeu de lucru care constă în trecerea unui curent electric continuu printr-un electrolit care formează o peliculă polarizată pe anod constituit din piesa de prelucrat.

Prin contactul, electrolit-anod se provoacă ruperea mecanică a peliculei de pe vîrfurile microneregularităţilor suprafeţei şi astfel se va produce descărcarea electrică pe o suprafaţă mică, cu o densitate mare de curent.

Lustruirea electrolitică se bazează pe acţiunea unor factori principali de netezire ca: electrolitul, regimul electric, catodul, metalul de lustruit, baia propriu-zisă şi durata procesului.

Electroliţii pot fi de mai multe feluri, fie cu un singur component, fie cu doi sau mai mulţi componenţi pe bază de acizi (sulfuric, fosforic, cromic etc.), pe bază de cianuri etc.

Tensiunea la bornele băii este în funcţie de electrolit.

Plăcile de catozi se execută din plumb sau din oţel anticoroziv, corespunzător formei şi poziţiei suprafeţei de lustruit.

Toţi factorii trebuie stabiliţi în funcţie de metalul care se lustruieşte.

Baia trebuie construită din materialul care să nu contribuie la degradarea electrolitului. Încălzirea se face electric sau cu abur.

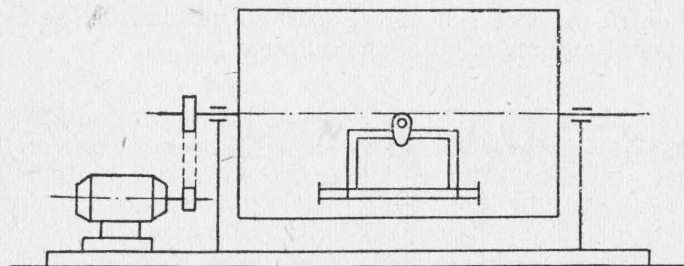


Fig. 1.48. Tobă de lepuit.

Durata procesului de lustruire se stabileşte în raport cu celelalte condiţii şi este unul dintre factorii hotărîtori în ce priveşte calitatea suprafeţelor.

1.13.5. **Tobuirea.** Operaţia de tobuire constă în introducerea în tobă a pieselor împreună cu amestecul de tobuit (lepuit) (fig. 1.48).

Prin tobuire se îmbunătăţeşte calitatea pieselor, se îndepărtează bavurile şi urmele de la prelucrările anterioare.

Materialele folosite la tobuire sînt în funcţie de natura pieselor ce se tobuiesc — astfel: pentru oţel moale şi călit, fontă şi metale neferoase se foloseşte carbura de siliciu şi electrocorindonul, iar pentru materiale moi cum sînt alama, bronzul şi aluminiul se foloseşte piatra ponce.

1.14. PROBLEME REZOLVATE

Greutatea specifică a unui material este greutatea unui cm^3 din acel metal şi se măsoară în grame forţă pe centimetru cub, gf/cm^3 sau $\approx 10^{-2}$ N/cm^3.

Rezolvare: se calculează cu relaţia $\gamma = \frac{G}{V}$

în care:

γ este greutatea specifică a materialului, în gf/cm^3;

G — greutatea piesei, în gf;

V — volumul piesei, în cm^3.

1.14.1. Să se afle greutatea unei piese din oţel de formă paralelipipedică cu dimensiunile bazei de 80×120 mm şi înălţimea de 250 mm.

Pentru oţel greutatea specifică este $\gamma = 7{,}8$ kgf/dm^3.

Rezolvare: se calculează volumul:

$V = b \cdot B \cdot I = 80 \cdot 120 \cdot 250 = 2\,400\,000$ $mm^3 = 2{,}4$ dm^3.

$G = \gamma \cdot V = 7{,}8$ $kgf/dm^3 \cdot 2{,}4$ $dm^3 = 18{,}72$ kgf ≈ 19 daN.

1.14.2. Care este diametrul unei bare cilindrice din cupru care are greutatea de 71,2 kgf şi lungimea de 2 m? Cuprul are greutatea specifică $\gamma = 8{,}9$ kgf/dm^3.

Rezolvare: se calculează volumul:

$$V = \frac{G}{\gamma} = \frac{71{,}2 \text{ kgf}}{8{,}9 \text{ kgf/dm}^3} = 8 \text{ dm}^3.$$

Volumul cilindrului este:

$$V=\frac{\pi \cdot d^2}{4}\cdot l=\frac{\pi \cdot d^2}{4}\cdot 20$$

de unde

$$d=\sqrt{\frac{8\cdot 4}{20\cdot 3{,}14}}=\sqrt{\frac{32}{62{,}8}}=\sqrt{0{,}525}=0{,}724 \text{ dm}=72{,}4 \text{ mm}.$$

1.14.3. Care este greutatea specifică a aluminiului, cunoscînd că greutatea unui lingou de aluminiu este de 6,5 kgf iar volumul de 2,5 dm³?

Rezolvare:

$$\gamma=\frac{G}{V}=\frac{6{,}5 \text{ kgf}}{2{,}5 \text{ dm}^3}=2{,}6 \text{ kgf/dm}^3 \approx 2{,}6 \text{ N/cm}^3.$$

1.14.4. Care vor fi distanțele dintre fălcile părților *T* (trece) și *NT* (nu trece) ale unui calibru potcoavă limitativ pentru verificarea unui arbore cu diametrul $D=42^{+0{,}05}_{-0{,}02}$.

Rezolvare:

$DT=42+0{,}05=42{,}05$ mm;

$DNT=42-0{,}02=41{,}98$ mm.

1.14.5. Care vor fi diametrele părților *T* și *NT* ale unui calibru tampon pentru măsurarea unei găuri de diametru $D=45^{+0{,}027}_{0}$

Rezolvare:

$DT=45+0{,}00=45{,}00$ mm;

$DNT=45+0{,}027=45{,}027$ mm.

1.14.6. Care este precizia unui șubler cu diviziunile de pe rigla sa în mm ($a=2$ mm), dacă scala vernierului în lungime de 19 mm are 10 diviziuni?

Rezolvare: fiecare diviziune *b* a vernierului are $\frac{19}{10}=1{,}9$ mm.

Precizia *p* este diferența în mm dintre dimensiunea gradației de pe riglă și cea de pe vernier

$$p=a-b=2-1{,}9=0{,}1=\frac{1}{10}\text{ mm}.$$

1.14.7. Care este precizia șublerelor dacă la 19 mm, respectiv 49 mm, de pe riglă, corespund 20 și 50 diviziuni pe vernier.

Rezolvare: pentru primul șubler diviziunea de pe vernier va fi $\frac{19}{20}=0{,}95$ mm, iar precizia $p=a-b=1-0{,}95=0{,}05=\frac{1}{20}$ mm.

Pentru al doilea șubler diviziunea de pe vernier va fi $\frac{49}{50}=0{,}98$ mm, iar precizia $p=a-b=1-0{,}98=0{,}02=\frac{1}{50}$ mm.

1.14.8. Diametrul unei piese măsurat cu micrometrul este 63,5 mm. Să se exprime măsura acestui diametru în țoli (un țol este egal cu 25,4 mm).

Rezolvare: 63,5 corespunde cu $\frac{63{,}5}{25{,}4}=2^1/_2''$ (țoli).

1.14.9. Să se calculeze în mm măsurile următoarelor șuruburi exprimate în țoli: $4\frac{5}{8}''$; $15\frac{1}{16}''$; $2\frac{1}{2}''$.

Rezolvare:

$$25{,}4\left(4\frac{5}{8}\right)''=25{,}4\left(4+\frac{5}{8}\right)=25{,}4\cdot 4+25{,}4\,\frac{5}{8}=$$

$$=101{,}6+15{,}875=117{,}475 \text{ mm}.$$

$$25{,}4\left(15\frac{1}{16}\right)''=25{,}4\left(15+\frac{1}{16}\right)=25{,}4\cdot 15+25{,}4\,\frac{1}{16}=381+\frac{25{,}4}{16}=$$

$$=381+1{,}587=382{,}587 \text{ mm}; \quad 25{,}4\left(2\frac{1}{2}\right)''=25{,}4\left(2+\frac{1}{2}\right)=$$

$$=25{,}4\cdot 2+25{,}4\,\frac{1}{2}=50{,}8+\frac{25{,}4}{2}=50{,}8+12{,}7=63{,}5 \text{ mm}.$$

1.14.10. Să se calculeze timpul necesar pentru îndreptarea unei scule abrazive cu lățimea de 80 mm cu diamantul știind că se lucrează cu un avans de 0,8 m/min.

Rezolvare: $T = \frac{L \text{ (lățimea sculei abrazive)}}{a \text{ (avansul de îndreptare)}} = \frac{80 \text{ mm}}{800 \text{ mm/min.}} =$
$=0,1$ min.

1.14.11. Să se exprime 0,1 minute în secunde?

Rezolvare: $T=0,1 \cdot 60=6$ s.

1.14.12. Să se determine dimensiunea pe care trebuie să o aibă o piesă rabotată, știind că la operația următoare se rectifică la cota de 52 mm?

Rezolvare: din tabelul 1.10 se alege $h=0,2 \ldots 0,3$ mm pentru piese cu lungimea de rectificat $t<100$ mm.

Dimensiunea va fi:

$$52+2\,h=52+2\cdot 0,25=52,5 \text{ mm.}$$

1.14.13. Să se determine diametrul alezajului executat prin strunjire care se va rectifica la cota de 40,5 mm și care are adîncimea de prelucrat de 30 mm.

Rezolvare: din tabelul 1.9 se ia $2\,h=0,30 \ldots 0,40$ mm.

Dimensiunea va fi: 40,5—0,40=40,1 mm.

1.15.14. Să se determine dimensiunile discului abraziv pentru rectificarea alezajului indicat la problema 1.15.13.

Rezolvare: din tabelul (1.18) se aleg:

Diametrul discului abraziv $D=30 \ldots 35$ mm;
Lățimea discului abraziv $L=20 \ldots 25$ mm.

1.14.15. Un rectificator a lucrat într-un schimb 250 piese, depășind norma cu 10%.
Să se determine norma de timp pentru o piesă.

Rezolvare: aflarea normei de producție pe schimb:

110% . . . . . . 250 piese;
100% . . . . . . N piese;

de unde

$$N=\frac{100\cdot 250}{110}=227 \text{ piese.}$$

Norma de timp pe o piesă va fi:

$$T=\frac{8 \text{ ore}}{227}=\frac{480}{227}=2,2 \text{ min/piesă.}$$

1.14.16. Norma de producție săptămînală a unui rectificator este de 360 piese (bucăți). Cîte piese va produce în 4 săptămîni de lucru dacă în prima săptămînă și-a depășit norma cu 10%, iar începînd cu săptămîna a doua a depășit în fiecare săptămînă producția primei săptămîni cu încă 10%? Cu ce procent și-a depășit rectificatorul norma sa de producție în cele patru săptămîni de lucru?

Rezolvare: în prima săptămîna rectificatorul a produs:

100% . . . . . 360 piese
110% . . . . . N de unde $N=\frac{110\cdot 360}{100}=396$ piese.

În săptămîna a doua a produs $\frac{396\times 110}{100}=435$ piese.

În săptămîna treia și a patra a produs 2 435=870 piese.

În total a produs 396+435+870=1 701 piese.

Norma sa fiind pentru cele 4 săptămîni:

4×360=1 440 piese, el și-a realizat-o în proporție de $\frac{1\,701}{1\,440}\cdot 100=118\%$, adică a realizat o depășire de 18%.

2. CUNOŞTINŢE PENTRU CATEGORIA A DOUA DE CALIFICARE

2.1. REGIMUL DE AŞCHIERE

În scopul stabilirii regimului de aşchiere trebuie să se aleagă în mod corespunzător dimensiunile discului abraziv, adîncimea de rectificare, avansul de trecere (longitudinal), avansul transversal, viteza de aşchiere, duritatea discului abraziv, astfel încît să rezulte o prelucrare economică cu un consum minim de energie, iar maşina de rectificat să nu fie suprasolicitată.

2.1.1. **Elementele regimului de aşchiere.** La rectificare, scula abrazivă execută aproape întotdeauna mişcarea

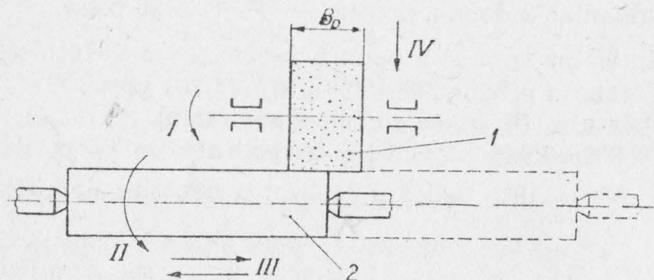


Fig. 2.1. Schema rectificării cu avans longitudinal al piesei:
1 — disc abraziv; 2 — piesă de rectificat; I — mişcarea principală de aşchiere a sculei; II — mişcarea de rotaţie a piesei; III — mişcarea de avans longitudinal a piesei; IV — avans de pătrundere.

principală de rotaţie, iar piesa mişcarea secundară. Mişcările de avans longitudinal, transversal de pătrundere se execută de sculă. Avansul de trecere (longitudinal) la

rectificarea rotundă este dat de relaţia $s_t=\beta_t \cdot B_D$ [mm/rot] (fig. 2.1), în care B_D este lăţimea sculei în mm, iar $\beta_t=$ $=0,25 \ldots 0,8$ — un coeficient pentru rectificarea rotundă.

Avansul de trecere determină şi calitatea suprafeţei.

Avansul transversal s_t apare la rectificarea plană, fiind perpendicular pe avansul longitudinal $II \perp I$ (fig. 2.2), şi se exprimă cu aceeaşi relaţie $s_t=\beta_p \cdot B_D$ [mm/cursă a mesei]; în care β_p este un coeficient de rectificare plană orizontală, egal cu 0,5 ... 0,75 pentru degroşare, şi cu 0,25 ... 0,5 pentru finisare.

Avansul de pătrundere (adîncimea de aşchiere) este grosimea stratului de material îndepărtat la o trecere a sculei; se exprimă în mm/cursă şi se notează cu s_p.

În cazul avansului de pătrundere pe cursă dublă valorile se dublează.

Viteza de aşchiere este viteza de rotaţie a sculei abrazive. Ea trebuie să fie mare pentru a asigura o calitate superioară a suprafeţei prelucrate, uzură mică a sculei şi o productivitate ridicată. Viteza de aşchiere nu poate

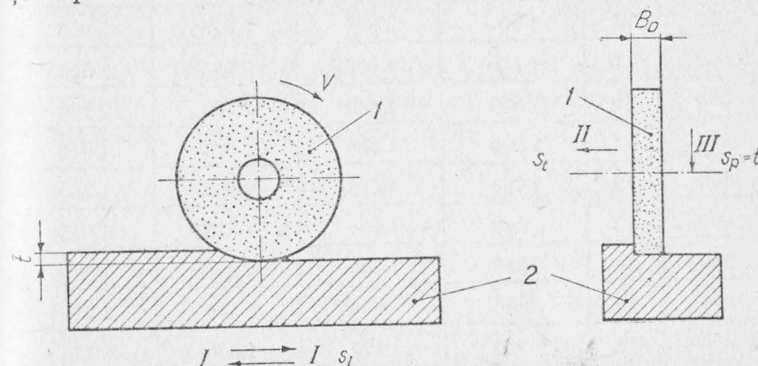


Fig. 2.2. Rectificarea plană:
1 — disc abraziv; 2 — piesa de rectificat; I — avans longitudinal; II — avans transversal; III — avans de pătrundere.

depăşi anumite limite fără pericolul spargerii discului sau arderii suprafeţei piesei.

Viteza de aşchiere se exprimă cu relaţia

$$v=\frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60} \text{ [m/s], în care}$$

Tabelul 2.1

Turații maxime admise

Diametrul sculei abrazive D, mm pînă la:		Viteza periferică V, m/sec.			
		25	30	35	40
		Numărul de rotații a sculei abrazive n, rot/min			
		a	*b*	*c*	*d*
100	1	4 775	5 730	6 700	7 640
115	2	4 150	4 980	5 815	6 640
125	3	3 800	4 600	5 300	6 110
150	4	3 200	3 800	4 450	5 100
175	5	3 730	3 270	3 800	4 365
200	6	2 390	2 875	3 350	3 820
225	7	2 100	2 550	2 975	3 395
250	8	1 900	2 300	2 675	3 055
300	9	1 590	1 900	2 230	2 550
350	10	1 370	1 640	1 900	2 180
400	11	1 200	1 450	1 675	1 910
450	12	1 060	1 275	1 485	1 700
500	13	960	1 150	1 340	1 525
550	14	850	1 030	1 200	1 390
600	15	800	950	1 110	1 275
650	16	730	875	1 030	1 175
700	17	675	810	950	1 090
750	18	635	765	890	1 020
800	19	600	715	835	955
850	20	565	675	790	900
900	21	530	640	750	850
950	22	500	600	700	805
1 000	23	480	570	670	765

D este diametrul sculei, în mm, iar n — turația sculei, în rot/min.

Cu cît viteza de așchiere este mai mare, cu atît scula abrazivă se comportă ca un corp dur, uzura sa fiind mai mică. Viteza de așchiere crește proporțional cu turația (tabelul 2.1).

Viteza tangențială v_s a piesei este dată de relația

$$v_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1\,000} \text{ [m/min], în care}$$

d este diametrul piesei, în mm;

n — numărul de rotații ale piesei pe minut.

Între viteza de așchiere a sculei și a piesei, raportul se ia aproximativ 100.

Viteza tangențială a piesei este mai mare la finisare (avans mic de pătrundere) și mică la degroșare, crește pentru piese cu diametre mari și la avans mare longitudinal.

Secțiunea așchiei q_m desprinsă de o granulă abrazivă la o rotație a piesei, este

$q_m = s_p \cdot s_t$ [mm²], în care s_p este avansul de pătrundere, în mm, iar s_t — avansul longitudinal, în mm/rot.

Secțiunea medie q_m a așchiei este

$$q_m = \frac{Q}{l} = \frac{\pi \cdot d \cdot s_p \cdot s_t}{\dfrac{\pi \cdot d \cdot v}{v_s}} = \frac{v_s \cdot s_p \cdot s_t}{v} \text{ [mm}^2\text{], în care} \quad (1)$$

$$Q = \pi \cdot d \cdot s_p \cdot s_t \text{ [mm}^3\text{] iar } l = \frac{\pi \cdot d \cdot v}{v_s} \text{ [mm].}$$

Grosimea așchiei scoasă de fiecare granulă abrazivă determină încărcarea sculei, deci, durata ei de uzură și calitatea suprafeței prelucrate. Dacă piesa ar fi mobilă, granula ar parcurge arcul de cerc *adc* (fig. 2.3).

Cînd piesa *1* se rotește, vîrful granulei scoate așchia *abcd* cu grosimea $h = bd$, iar scula desprinde un strat de grosime t (fig. 2.4).

2.1.2. **Solicitările la așchiere.** Apăsarea de așchiere F este forța ce ia naștere asupra granulei în timpul rec-

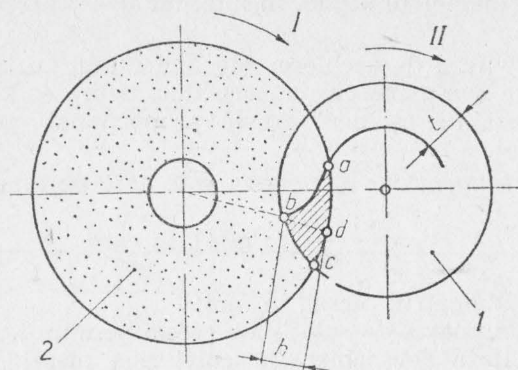


Fig. 2.3. Procesul de așchiere la o granulă de pe periferia discului abraziv, la rectificarea rotundă:
1 — piesă de rectificat; 2 — disc abraziv; I — mișcare principală; II — mișcarea piesei.

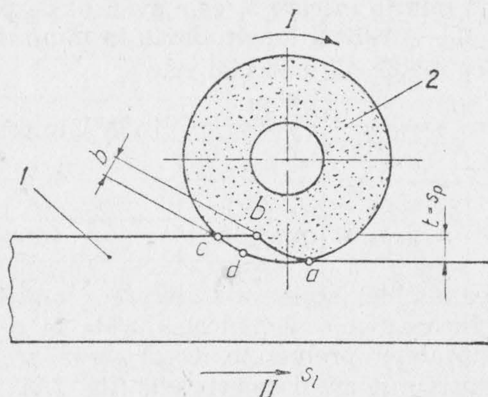


Fig. 2.4. Procesul așchierii la o granulă de pe periferia discului abraziv, la rectificarea plană:
1 — piesa de rectificat; 2 — discul abraziv; I — mișcarea principală de așchiere; 2 — avans longitudinal.

tificării și se poate descompune în trei componente: Fx, Fy și Fz (fig. 2.5).

Forța F_x se numește forța axială sau forța de avans;

Forța F_y se numește forța radială;

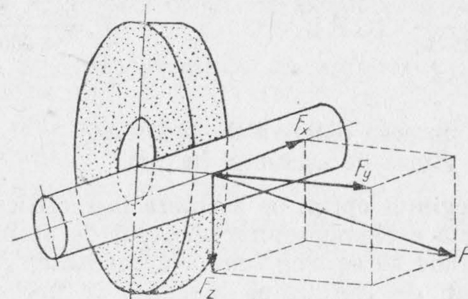


Fig. 2.5. Apăsarea de așchiere la rectificare.

Forța F_z se numește forța principală de așchiere.

Componenta F_z orientată în sensul vitezei de așchiere va desprinde așchiile. Valoarea ei aproximativă este

$$F_z = p \cdot Q = p \frac{v_s \cdot s_p \cdot s_t}{v} \quad [\text{daN}],$$

în care p este apăsarea specifică de așchiere raportată la 1 mm² de secțiune de așchiere și este dată în tabelul 2.2.

Puterea necesară așchierii va fi dată de relația:

$$P = F_z \cdot v \left[\text{daN} \frac{\text{m}}{\text{min}}\right].$$

Tabelul 2.2

Apăsarea specifică de așchiere

Adîncimea de așchiere t mm	Avansul longitudinal s_l mm	Fontă	Oțel $\sigma=50$ daN/mm²
		p daN/mm²	
0,10	12	3 000	3 150
0,06	12	1 500	1 600
0,02	12	1 150	1 150

În tehnică puterea nu se exprimă în daN·m/min, ci în cai putere sau kW. Știind că un cal putere este egal cu 75 kgfm/s, iar un kilowat cu 100 daNm/s se exprimă puterea în C.P. sau în kW:

$$P_e = \frac{F_z \cdot v}{75 \cdot 60} \text{ [C.P.]}; \qquad P_e = \frac{F_z \cdot v}{6\,000} \text{ [kW]},$$

unde:

P_e este puterea efectivă de așchiere;
v — viteza de așchiere, în m/s.

2.1.3. **Regimul optim de așchiere la rectificare.** La alegerea corectă a elementelor regimului de așchiere la rectificare trebuie să se țină seama de calitatea materialului de prelucrat, de rigiditatea mașinii, de precizia și calitatea necesară suprafeței piesei, de calitățile lichidului de așchiere folosit etc.

Stabilirea unui regim optim de așchiere urmărește realizarea îndepărtării unei grosimi maxime de material într-un timp minim, ceea ce impune o alegere corespunzătoare a pietrei abrazive, a adîncimii de așchiere, precum și avansului și vitezei de așchiere.

Piesa rezultată trebuie să corespundă în întregime condițiilor impuse și anume: dimensiuni cu abateri în cîmpul de toleranță, calitate corespunzătoare a netezimii suprafețelor, abateri de la forma geometrică, în limitele admise etc.

Prețul de cost al prelucrării trebuie să fie cît mai mic posibil, ceea ce înseamnă că trebuie să se folosească mașinile și sculele abrazive cele mai ieftine, regimuri optime de așchiere care să ducă la un timp de prelucrare cît mai scurt; soluțiile alese pentru asigurarea unui preț de cost minim nu trebuie să împiedice realizarea unei piese de calitate.

În general, înainte de a se alege regimul de așchiere, tehnologul dispune de următoarele date:

— proprietățile materialului, forma geometrică a suprafețelor, dimensiunile și precizia lor, calitatea suprafețelor înainte și după prelucrare, adausurile de rectificare;

— caracterul producției (de unicate, serie mică, serie mijlocie, mare și în masă), numărul total de piese ce trebuie prelucrate, numărul de piese pe lot, timpul planificat pentru realizarea producției etc.

Stabilirea regimului optim de așchiere se face în felul următor:

1 — se determină regimul de așchiere pe baza normativelor existente;

2 — se determină viteza tangențială a piesei și numărul de rotații;

3 — se determină apăsarea de așchiere.

În funcție de datele obținute se poate alege mașina de rectificat corespunzătoare regimului optim de așchiere.

Dacă valorile avansului sau ale turației, rezultate din tabele sau calculate, nu coincid cu valorile care pot fi obținute pe mașina-unealtă, atunci se folosesc valorile cele mai apropiate de valorile determinate.

Dacă puterea calculată depășește puterea efectivă dezvoltată de mașina de rectificat, atunci se vor modifica elementele regimului de așchiere care influențează în mod direct apăsarea de așchiere, respectiv puterea consumată, adică: adîncimea de așchiere, avansul și viteza de așchiere. Modificarea va afecta unul sau mai multe elemente ale regimului de așchiere, din cele enumerate mai înainte.

2.1.4. **Normative pentru regimul de așchiere.** Normativele pentru stabilirea regimului de așchiere la rectificare stabilesc valori optime necesare obținerii unui regim de așchiere corespunzător scopului propus. Valorile indicate în normative s-au obținut pe cale experimentală.

Grosimea așchiei h variază în funcție de valoarea lungimii de contact (v. fig. 2.3 și 2.4) care este determinată de adîncimea de așchiat și de diametrul sculei abrazive. Grosimea așchiei este cu atît mai mare cu cît adîncimea de rectificare și avansul de trecere sînt mai mari. De obicei se recomandă să se lucreze în așa fel încît grosimea așchiei să fie cît mai mare.

În tabelele 2.3 pînă la 2.8 sînt date regimurile de așchiere mai importante la rectificare.

Tabelul 2.3

Avansul de pătrundere pe o cursă simplă de trecere la rectificarea plană

Viteza avansului principal V_s, m/min, pînă la:	Avansul de trecere $s_t=\beta_t$ mm/cursă a mesei							
	16	20	25	32	40	50	63	80
	Avansul de pătrundere Sp mm/cursă de trecere							
6,3	0,07	0,056	0,044	0,035	0,028	0,022	0,017	0,014
8	0,056	0,044	0,035	0,028	0,022	0,017	0,014	0,011
10	0,044	0,035	0,028	0,022	0,017	0,014	0,011	0,009
12,5	0,035	0,028	0,022	0,017	0,014	0,011	0,009	0,007
16	0,028	0,022	0,017	0,014	0,011	0,009	0,007	0,006
20	0,022	0,017	0,014	0,011	0,009	0,007	0,006	0,004

Observații:

1. Avansul de pătrundere pe trecere este egal cu adîncimea de așchiere folosită pentru îndepărtarea în una sau mai multe treceri a adaosului de prelucrat.

2. În cazul avansului de pătrundere pe o trecere dublă Sp_{cd}, valorile din tabel se dublează.

Tabelul 2.4

Avansul de trecere la o cursă a mesei și viteza de așchiere la rectificarea plană

Felul rectificării	Lățimea pietrei B_D, mm, pînă la:						Viteza de așchiere, m/s	
	32	40	50	63	80	100	Oțel	Fontă
	Avansul de trecere $S_t=\beta_t \cdot B_D$, mm/cursă masă							
Degroșare	16...24	20...30	25...38	33...44	40...60	50...75	22,4...25	20...22,4
Finisare	8...16	16...20	12...25	16...32	20...40	25...50	25...31,5	22,4...25

Tabelul 2.5

Viteza de așchiere și avansul de trecere la rectificarea rotundă exterioară

Felul rectificării	Viteza de așchiere, m/s		Avansul de trecere în fracțiuni din lățimea pietrei, β_t	Rugozitatea suprafeței R_a, μm
	Oțel	Fontă		
Degroșare	25 ... 31,6	18 ... 23,6	0,75 ... 0,50	3,2 ... 1,6
Finisare	31,5 ... 40	20 ... 25	0,50 ... 0,15	0,8

Tabelul 2.6

Viteza de așchiere și avansul de trecere la rectificarea interioară

Materialul de prelucrat	Diametrul piesei D mm					Avansul de trecere $s_t=B_t \cdot B_\Delta$
	$\leq$ 17	17 ... 30	31 ... 63	64 ... 106	$\geq$ 106	
	Viteza de așchiere la degroșare v, m/s					
Oțel	15	20	25	31,5	35,5	$\beta_t=0,5...0,75$
Fontă	12,5	16	20	25	28	
	Viteza de așchiere la finisare v, m/s					
Oțel	20	25	31,5	35,5	40	$\beta_t=0,25...0,50$
Fontă	15	20	25	30	35,5	

Tabelul 2.7

Viteza tangențială a piesei și numărul de rotații ale piesei la rectificarea exterioară de finisare

Diametrul de rectificat d_p, mm pînă la:		16...25	25...40	40...63	63...100	100...160	160...250	250...320
Viteza tangențială a piesei v_s, m/min pînă la:	Oțel necălit și fontă	14...32	15...39	16...46	17...53	18...65	20...75	22...85
	Oțel călit, refractar inoxidabil	24...32	26...39	28...46	30...53	33...65	39...79	45...85
Numărul de rotații ale piesei n_p, rot/min pînă la:	Oțel necălit și fontă	280... 410	190... 310	125... 235	85... 170	55... 130	40...95	28...85
	Oțel călit, refractar și inoxidabil	480... 410	330... 310	220... 230	155... 170	105... 130	80...85	55...85

Tabelul 2.8

Viteza tangențială a piesei și numărul de rotații ale piesei la rectificarea interioară de finisare

Diametrul de rectificat d_p, mm pînă la:		12...25	25...40	40...63	63...100	100...160	160...250	250...400
Viteza tangențială a piesei v_s, m/min pînă la:	Oțel necălit și fontă	13...34	17...44	20...52	24...62	28...74	33...88	39... 110
	Oțel inoxidabil refractar și călit	23...34	29...44	35...52	42...62	51...74	60...88	70... 110
Nr. de rotații ale piesei n_p, rot/min pînă la:	Oțel necălit și fontă	345... 435	215... 350	160... 260	120... 200	90... 145	65... 110	50...90
	Oțel inoxidabil refractar și călit	610... 435	370... 350	280... 260	210... 200	160... 145	120... 110	87...90

2.1.5. **Reducerea prețului de cost.** Fiecare muncitor la locul său de muncă poate contribui direct la reducerea prețului de cost prin reducerea consumului de materiale, a cheltuielilor de regie pe atelier, printr-un consum rațional al energiei electrice, al lichidelor de așchiere, al sculelor și instrumentelor folosite, precum și prin creșterea productivității muncii, factor hotărîtor în activitatea sa.

Dintre căile care influențează asupra reducerii prețului de cost se pot cita următoarele:

— îndreptarea la timp a discurilor uzate;

— respectarea riguroasă a regimului de așchiere indicat în procesul tehnologic;

— respectarea instrucțiunilor privind ungerea mașinii;

— încărcarea judicioasă a mașinii de rectificat;

— utilizarea dispozitivelor de înaltă productivitate.

În munca rectificatorului, elementul hotărîtor care influențează asupra reducerii prețului de cost îl constituie însă reducerea timpului de lucru pentru prelucrarea piesei respective.

2.1.6. **Elementele procesului de producție.** Procesul de fabricație al unui produs oarecare este format din mai multe operații efectuate într-o succesiune, în scopul obținerii din materii prime și semifabricate un produs finit. Pentru normarea muncii este necesară studierea procesului de producție și defalcarea acestuia în operații, faze, mînuiri și mișcări elementare.

Operația este aceea parte a procesului de producție de a cărei efectuare răspunde un executant pe un anumit loc de muncă prevăzut cu anumite utilaje și unelte de muncă, în care se produce conștient modificări ale obiectului muncii prin acțiune mecanică, termică, chimică, electrică etc., asupra acestuia prin asamblări sau demontări, cît și prin procese naturale (îmbătrînirea, corodarea etc.). Prelucrarea unui ax care cuprinde prelucrarea brută, prelucrarea de finisare și tăierea filetului, executate la aceiași mașină, reprezintă o operație. Dacă același volum de lucrări se execută la trei mașini diferite la una degroșare, la alta finisare, iar la a treia tăierea filetului, atunci procesul de prelucrare cuprinde trei operații.

Delimitarea operației pe mașină simplifică lucrările de normare întrucît prelucrarea mecanică se planifică pe

mașini-unelte. Operația formează obiectul normei de muncă. Numai în mod excepțional, o subdiviziune a operației poate forma obiectul normării și aceasta numai în cazul în care există un executant colectiv al lucrării, iar muncitorul execută individual o parte (o fază) ce compune operația. De asemenea poate forma obiectul normării și o grupă de operații succesive, dacă aceasta este încredințată unui singur muncitor și dacă predarea lucrării rezultată din ultima operație implică executarea în bune condițiuni a tuturor lucrărilor premergătoare.

În procesele de fabricație de serie, succesiunea operațiilor pentru execuția fiecărui reper este cuprinsă în planul de operații.

Planul de operații pune la îndemîna muncitorului un proces înaintat de prelucrare, întocmit după date științifice, bazat pe cele mai recente rezultate practice și în așa fel stabilit, încît succesiunea operațiilor și a fazelor de lucru, să fie complet determinate astfel scutind muncitorul sau maistrul de a da soluții de moment.

Fiecare operație este tratată separat pe cîte o filă, ea fiind descompusă și analizată în cele mai mici amănunte. Această analiză se referă nu numai la operație, la fazele acesteia, la treceri la așezări și la pozițiile piesei în decursul prelucrării, ci precizează regimul de așchiere, schița de așezare a piesei pe mașină sau în dispozitiv cu indicarea suprafețelor ce trebuie prelucrate.

În procesele de fabricație de serie mică sau unicat se folosește fișa tehnologică care cuprinde înșiruirea succesiunii operațiilor, fără o detaliere amănunțită a operației.

Împărțirea procesului tehnologic pe operații ajută la precizarea răspunderii fiecărui executant. Pentru măsurarea exactă a muncii cheltuite pentru o operație este necesar deseori ca aceasta să fie analizată în toate părțile ei componente și anume:

— faza este o parte a operației caracterizată prin folosirea aceleași unelte de lucru și aplicarea aceluiași regim tehnologic, obiectul muncii suferind o singură transformare, de exemplu, dacă operația de degroșare presupune detașarea a două straturi de pe două suprafețe diferite, aceasta înseamnă că operația are două faze;

— mînuirea este partea operației care cuprinde un anumit grup de mișcări ale executantului determinate de un scop bine definit, de exemplu, prinderea piesei în universal, măsurarea piesei etc.;

— mișcarea este cel mai simplu element al activității executantului și constă dintr-o deplasare, desprinderea acestuia de utilaj sau de organele de comandă ale acestuia. Prin eliminarea mișcărilor care se dovedesc inutile pentru realizarea mînuirii se obține o economie de timp de muncă, ridicîndu-se productivitatea muncii.

2.1.7. **Clasificarea cheltuielilor de timp de muncă.** Studierea sistematică a modului în care se consumă timpul de muncă în procesul de producție, pe fiecare operație în parte, are drept scop depistarea părților timpului de muncă folosit nerațional, precum și verificarea în practică a metodelor avansate de muncă.

În vederea efectuării analizei consumului de timp, trebuie avut în vedere atît consumul de muncă al executantului cît și timpul de funcționare a utilajului. Același consum de timp poate fi perioada de lucru pentru mașină și timp de așteptare pentru muncitor și invers, ceea ce face ca structura consumului de muncă al executantului să difere de cea a mașinii. În fig. 2.6 se prezintă schema structurii timpului de muncă.

2.1.7.1. **Timpul de prelucrare.** Timpul de muncă cheltuit pentru prelucrarea unei piese pe mașina de rectificat se compune din timpul operativ pentru prelucrarea piesei și timpul de pregătire și încheiere a lucrului (care se dă la un lot de piese), timpul ajutător T_a și timpii de adaus t_{on} și t_{to}.

a) Timpul de pregătire și încheiere T_{pi} conține timpii cheltuiți pentru citirea desenelor pieselor de prelucrat, pentru pregătirea locului de muncă, aranjarea și fixarea dispozitivelor, timpul de încheiere a lucrului etc. Timpul de pregătire și încheiere, este folosit de către muncitor o singură dată, indiferent de cantitatea pieselor prelucrate într-un lot. Pentru a determina timpul de pregătire și încheiere pentru o singură piesă, acesta se va împărți la numărul total de piese ce urmează a se executa în cadrul lotului respectiv.

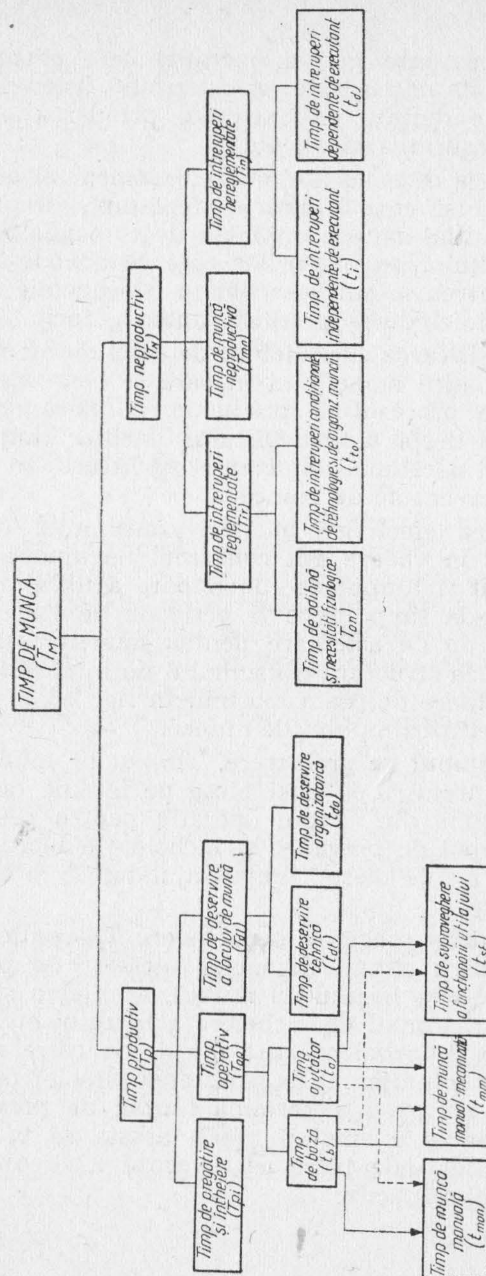


Fig. 2.6. Structura timpului de muncă.

b) Timpul operativ T_{op} se compune din timpul de funcționare a mașinii t_b și timpul auxiliar t_a. Timpul de bază sau timpul de funcționare a mașinii t_b reprezintă timpul respectiv necesar prelucrării.

Pentru calculul lui se folosesc următoarele relații:

Pentru rectificarea rotundă exterioară între vîrfuri cu avans de trecere și avans de pătrundere relațiile de calcul al timpului de funcționare utilă (t_b) sînt date în tabelul 2.9.

Pentru rectificarea rotundă interioară timpul de funcționare utilă (t_b) se calculează cu relațiile din tabelul 2.10),

unde:

$$L=l+(0,2—0,4)\cdot B_D;$$

2 reprezintă cursa dublă;

L — lungimea de deplasare a mesei, în mm;
l — lungimea piesei de rectificat, în mm;
B_D — lățimea pietrei abrazive, în mm;
n_p — numărul de rotații ale piesei, în rot/min;
h — adausul de rectificare, în mm;
S_p — adîncimea de rectificare la o cursă, în mm;
β — coeficient pentru lățimea pietrei;
K — coeficient de rectificare.

Pentru rectificarea plană cu periferia discului abraziv t_b se calculează cu relațiile din tabelul 2.11.

Pentru rectificarea plană cu partea frontală a discului abraziv t_b se calculează cu relația din tabelul 2.12.

unde:

$L=l+l_1+l_2;$

$b=B_e+b_1+b_2;$

$l_1+l_2=(10 \ldots 15)$ mm;

u este numărul de piese lucrate simultan;
V_s — viteza avansului principal, în m/min;
B_D — lățimea pietrei abrazive;
B_p — lățimea piesei (pieselor);
b_1 — distanța de ieșire a pietrei abrazive;
l — lungimea piesei de rectificat.

Tabelul 2.9

RECTIFICAREA ROTUNDĂ EXTERIOARĂ ÎNTRE VÎRFURI

cu avans de trecere	cu avans de pătrundere
Pentru fiecare cursă simplă a pistonului: $t_b = \frac{L}{B_t \cdot B_D \cdot n_p} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot K$ min	$t_b = \frac{h}{V_{sp}} \cdot K$, min
Pentru fiecare cursă dublă a mesei: $t_b = \frac{2L}{B_t \cdot B_D \cdot n_p} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot K$ min	
La rectificarea cu ieșirea liberă a discului: $L = l + (0{,}2 \,..\, 0{,}4) \cdot B_D$ mm	
La rectificarea pînă la un prag $L = l + (0{,}4 \ldots 0{,}6) \cdot B_D$ mm	

Faza	K
Degroșare	1,2 1,4

Faza	K
Degroșare	1,2 ... 1,3

Tabelul 2.10

RECTIFICARE ROTUNDA INTERIOARA

Pentru fiecare cursă simplă a mesei:

$$t_b = \frac{L}{B_t \cdot B_D \cdot n_p} \cdot \frac{h}{S_{pc}} \cdot K[min]$$

Pentru fiecare cursă dublă a mesei:

$$t_b = \frac{2L}{B_t \cdot B_D \cdot n_p} \cdot \frac{h}{S_p} \cdot K[min]$$

Pentru rectificarea cu ieșirea liberă a discului:

$$L = l - (0{,}2 \ldots\ldots 0{,}4)\, B_D\, [mm]$$

La rectificarea pînă la un prag:

$$L = l - (0{,}4 \ldots\ldots 0{,}6)\, B_D\, [mm]$$

Faza	K
Degroșare	1,2 1,5
Finisare	1,3 1,8

OBSERVAȚII: Valorile coeficienților de rectificare K, se consideră valori medii, care vor fi corectate în funcție de condițiile reale ale producției.

Tabelul 2.11

RECTIFICAREA PLANĂ CU PERIFERIA DISCULUI

Pe mașini cu masa dreptunghiulară	
$B_D > B_p$	$B_D < B_p$
Pentru fiecare cursă simplă a mesei: $t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{1000\, v_s} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot \frac{1}{u} \cdot K_{min}$	Pentru fiecare cursă simplă de trecere: $t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{1000\, v_s} \cdot \frac{B_p + B_D + 5}{B_t \cdot B_D} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot \frac{1}{u} \cdot K_{min}$
Pentru fiecare cursă dublă a mesei: $t_b = \frac{2(l + l_1 + l_2)}{1000\, v_s} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot \frac{1}{u} \cdot K_{min}$	Pentru fiecare cursă dublă de trecere: $t_b = \frac{2(l + l_1 + l_2)}{1000\, v_s} \cdot \frac{B_p + B_D + 5}{B_t \cdot B_D} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot \frac{1}{u} \cdot K_{min}$
$l_1 + l_2 = (10 \ldots 15)$ mm	$l_1 + l_2 = (10 \ldots 15)$ mm

Faza	K
Degroșare	1,15 1,35
Finisare	1,25 1,50

Tabelul 2.12

RECTIFICARE PLANĂ CU PARTEA FRONTALĂ A DISCULUI

Pe mașini cu masa dreptunghiulară
$D > B_p$
$t_b = \frac{e + e_1 + e_2}{1000 \cdot v_s} \cdot \frac{h}{s_p} \cdot \frac{1}{u} \cdot K_{min}$
$l_1 = 0{,}5(D - \sqrt{D^2 - B_p^2})$ mm
$l_2 = (5 \ldots 10)$ mm

Faza	K
Degroșare	1,2 2,0
Finisare	1,2 1,5

OBSERVAȚII: Valorile coeficienților de rectificare K se consideră valori medii, care vor fi corectate în funcție de condițiile reale din producție.

Timpul ajutător t_a include timpul pentru așezarea, fixarea și scoaterea pieselor, timpul necesar pentru pornirea, oprirea și comutarea mișcărilor de avans, măsurarea pieselor etc. Împreună cu timpul de bază, timpul ajutător reprezintă elementul cel mai important al timpului

de lucru, iar reducerea lui determină o mărire a productivității muncii.

Însumînd timpul de bază t_b și timpul ajutător t_a se obține timpul operativ T_{op} consumat pentru prelucrare, al cărui rezultat direct este evidențiat prin executarea operației respective.

$$T_{op}=t_b+t_a \text{ [min]}.$$

Timpul de deservire a locului de muncă t_{dt} reprezintă timpul consumat pentru îngrijirea locului de muncă și menținerea lui în stare de lucru. Timpul de deservire se împarte în două categorii:

— timpul deservirii tehnice t_{dt}, care constă în timpul necesar pentru îndreptarea pietrei abrazive uzate, pentru reglarea mașinii, pentru curățirea așchiilor și a prafului, pentru reglarea dispozitivelor etc.;

— timpul de deservire organizatorică, destinat curățirii și ungerii mașinii la terminarea lucrului, aranjarea și strîngerea sculelor la începutul, respectiv la terminarea schimbului;

— timpul t_{on} este timpul întreruperilor pentru odihnă și necesități firești ale muncitorului și depinde de condițiile de lucru; în cazul executării unor munci fizice grele, acest timp se include în timpul de lucru. Timpul pentru necesități firești se ia în procente din timpul operativ.

În lucrările de specialitate se dau normative pentru calcularea diferiților timpi descriși mai înainte.

2.1.7.2. **Norma tehnică de timp.** Norma tehnică de timp pe operație este alcătuită din toate componentele timpului productiv la care se adaugă timpii neproductivi. În cazul lucrărilor efectuate pe mașini de rectificat timpul de bază este același cu timpul de funcționare utilă a mașinii care se determină analitic pe baza parametrilor de funcționare a mașinii.

Relația de calcul a normei tehnice de timp în acest caz este:

$$N_T=\frac{T_{pi}}{n}+t_b+t_a+T_{dl}+t_{on}+t_{to},$$

unde: $$t_b+t_a=T_{op};$$

T_{pi} este timpul de pregătire — încheiere pe lot de piese;

n — numărul de bucăți din lot;

t_b — timpul de bază (timpul de funcționare utilă a mașinii);

t_a — timpul ajutător;

T_{dl} — timpul de deservire a locului de muncă;

t_{on} — timpul de odihnă și necesități firești;

t_{to} — timpul de întreruperi condiționate de tehnologie.

Unitatea de măsură pentru timp este minute-om. Timpii de întreruperi condiționate de tehnologie și organizarea muncii t_{to} se obțin prin măsurători la locurile de muncă respective.

2.1.7.3. **Căile de reducere a timpului de prelucrare.** Timpul de pregătire se calculează pentru numărul de piese prelucrate concomitent, ceea ce înseamnă că timpul de pregătire ce revine fiecărei piese va fi cu atît mai mic, cu cît va fi mai mare seria de piese prelucrate concomitent. O influență hotărîtoare asupra reducerii acestui timp, o are și gradul de perfecționare a procesului tehnologic, al mașinii unelte de rectificat, al alegerii sculei abrazive, precum și nivelul de calificare a muncitorului.

Timpul de funcționare utilă a mașinii în cazul prelucrării unei piese poate fi redus prin utilizarea unui regim de așchiere mai productiv, a unui disc abraziv adecvat și a unei mașini de rectificat corespunzătoare acestor condiții.

Timpul de bază se poate reduce cu succes prin rectificarea simultană a mai multor piese.

Timpul auxiliar poate fi redus prin automatizarea strîngerii și eliberării pieselor, prin automatizarea procesului de rectificare, folosind metode de control automat.

2.1.8. **Productivitatea rectificării.** Productivitatea este numărul de piese produse într-o unitate de timp și se calculează cu relația $Q=\frac{1}{N_T}$ unde Q reprezintă productivitatea iar N_T — norma de timp pentru o piesă.

Se vede că productivitatea crește dacă norma de timp pe bucată scade.

Dintre metodele cele mai eficace folosite în scopul creşterii productivităţii muncii în cazul operaţiilor de rectificare se pot cita următoarele:

— scurtarea timpului auxiliar, ceea ce se poate realiza uşor în cazul automatizării operaţiilor;

— scurtarea timpului de bază, alegîndu-se sculele abrazive corespunzătoare în ce priveşte duritatea, formele şi dimensiunile;

— scurtarea timpului auxiliar şi a celui de bază prin utilizarea unor dispozitive corespunzătoare, a unor regiuni intensive de aşchiere şi deservirea simultană a mai multor maşini de rectificat.

2.2. PRECIZIA PRELUCRĂRII PRIN RECTIFICARE

Piesele prelucrate prin rectificare cu ajutorul maşinilor de rectificat trebuie să atingă un înalt grad de precizie, atît în ceea ce priveşte forma şi dimensiunile rectificate, cît şi calitatea suprafeţei prelucrate.

Deci prin precizia prelucrării se înţelege diferenţa dintre piesa prelucrată şi modelul său teoretic, sub aspect geometric şi dimensional.

În ceea ce priveşte obţinerea unei corelări absolute între piesa prelucrată şi modelul său prevăzut în desenul de execuţie, din punct de vedere practic este irealizabilă. Aceasta se datoreşte faptului că utilajul pe care se rectifică piesa, cît şi mijloacele de măsurare înregistrează anumite abateri de la forma teoretică, denumite abateri geometrice şi abateri dimensionale. Cu cît abaterile sînt mai mari, cu atît precizia este mai mică şi cu cît abaterile sînt mai mici, precizia este mai mare.

Factorii principali care determină gradul de precizie a prelucrării sînt:

— precizia maşinii de rectificat şi gradul ei de uzură;

— precizia de execuţie, precizia de montare şi uzura discului abraziv;

— precizia de execuţie a dispozitivelor;

— calificarea muncitorului de pe maşina unealtă;

— influenţa preciziei aparatului de măsurat.

Piesele componente ale maşinii de rectificat se execută cu abateri inevitabile, din care cauză nu se poate

obţine funcţionarea absolut precisă a maşinii. De asemenea, uzura pieselor maşinii de rectificat reduce precizia de prelucrare. Precizia de prelucrare se reduce şi din cauza vibraţiilor maşinii ca urmare a lipsei de echilibrare a discului abraziv.

Precizia de prelucrare este influenţată şi de uzura sculei abrazive, care modifică dimensiunile piesei ce se rectifică.

Fiecare factor din cei arătaţi influenţează precizia prelucrării la maşinile de rectificat. De aceea se impune ca înainte de începerea prelucrării piesei să se analizeze fiecare factor în parte, pentru a se putea încadra în precizia cerută de documentaţia de execuţie.

2.3. SISTEME DE FABRICAŢIE

Sistemul de fabricaţie reprezintă modul şi succesiunea în care se execută diferite produse. Astfel, se deosebesc trei sisteme de fabricaţie: individuală, de serie şi de masă.

Producţia individuală se caracterizează printr-un număr redus de produse identic executate (ca de exemplu: utilaje specializate, agregate cu destinaţie specială etc.). Pentru executarea unui astfel de sistem de fabricaţie se folosesc maşini, utilaje şi dispozitive universale. În acest caz productivitatea muncii este mică, iar preţul de cost al acestora va fi ridicat.

Producţia de serie se caracterizează prin executarea unui număr mare de produse identice, în loturi sau serie. Se clasifică în următoarele categorii:

— producţia de serie mică;

— producţia de serie mijlocie;

— producţia de serie mare.

Producţia de masă se caracterizează prin executarea unui număr foarte mare de produse identice, fabricarea acestora fiind continuă într-un interval de timp de asemenea mare (fabricarea şuruburilor şi a niturilor).

Obţinerea unor dimensiuni identice ale produselor, în condiţiile cele mai bune de lucru, pe lîngă faptul că se realizează foarte greu, ridică în mod nejustificat, pre-

ţul de cost al acestora. Din acest motiv se admite ca dimensiunile înscrise pe desenul de execuţie, urmînd a fi executate cu un grad de precizie suficient şi în limite bine stabilite, astfel încît să se asigure montajul lor fără a interveni cu operaţii suplimentare de prelucrare sau ajustaj.

Fabricarea raţională şi economică a pieselor şi subansamblurilor impune deci respectarea condiţiilor de interschimbabilitate.

Interschimbabilitatea este proprietatea pieselor sau subansamblurilor, ca în stare finită, să poată fi montate în ansamblul din care fac parte fără o alegere (sortare) prealabilă şi fără prelucrări suplimentare. Principiul interschimbabilităţii are o importanţă deosebită în cazul producţiei de serie sau de masă, prezentînd următoarele avantaje:

— mecanizarea şi automatizarea procesului de fabricaţie;

— cooperarea între mai multe întreprinderi la realizarea unor piese sau subansambluri;

— uşurarea întreţinerii în exploatare ale maşinilor la înlocuirea pieselor uzate cu altele noi, fără prelucrări sau adaptări.

Interschimbabilitatea este de două feluri:

— completă, în cazul cînd datorită execuţiei precise a pieselor, la ansamblare acestea nu se aleg;

— limitată, în cazul cînd piesele pentru a putea fi asamblate se sortează.

2.4. TOLERANŢE ŞI AJUSTAJE

2.4.1. **Alezaj arbore.** La asamblarea a două piese, se pot defini următoarele noţiuni:

Arbore este un termen utilizat convenţional pentru determinarea oricărei dimensiuni exterioare a unei piese, chiar dacă nu este cilindrică.

Alezaj este un termen utilizat convenţional pentru denumirea oricărei dimensiuni interioare a unei piese, chiar dacă nu este cilindrică.

Ajustaj este denumirea dată pentru relaţia care există între două piese, de aceeaşi dimensiune nominală, ce urmează a fi asamblate, relaţie, privitoare la diferenţa de dimensiuni a pieselor înainte de îmbinare.

În mod practic se deosebesc:

— ajustaje cilindrice (cu secţiune circulară), la care fiecare dintre suprafeţele care se ating sînt suprafeţe cilindrice;

— ajustaje plane, la care fiecare dintre suprafeţe sînt plane;

— ajustaje conice, la care fiecare dintre suprafeţe sînt conice.

2.4.2. Dimensiuni, abateri, toleranţe. Atît alezajul cît şi arborele care urmează a fi asamblate sînt caracterizate prin dimensiunile lor.

Dimensiunea este o mărime care se exprimă în unităţi de măsură alese (a unei lungimi, a unui diametru etc.).

Dimensiunile rezultate din calculul efectuat la proiectare se numesc dimensiuni nominale şi se notează cu N_D, N_d (N_D fiind dimensiunea alezajului iar, N_d — dimensiunea arborelui; se înscriu în desen sub forme de cote, fig. 2.7).

Deoarece piesele nu pot fi prelucrate absolut precis la dimensiunile

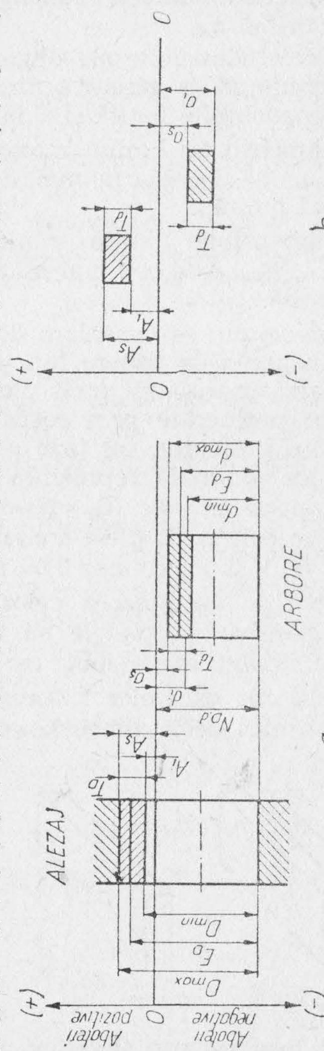


Fig. 2.7. Elementele dimensionale ale asamblării unui alezaj cu un arbore: *a* — reprezentarea grafică a elementelor de bază (dimensiuni, abateri, toleranţe); *b* — reprezentarea grafică a cîmpurilor de toleranţă şi stabilirea poziţiilor faţă de linia „zero".

calculate (nominale), se admit la prelucrări anumite abateri care sînt limitate și precizate de desenul tehnic.

Dimensiunea reală obținută prin măsurare, după execuția piesei se numește dimensiunea efectivă (se simbolizează cu E_D, E_d).

Limitele admisibile ale dimensiunilor unei piese, între care trebuie să se găsească dimensiunile efective, reprezintă dimensiunile limită și sînt de două feluri:

— dimensiune limită maximă, simbolizată cu Δ_{max}, L_{max}, d_{max}, l_{max}, este cea mai mare dintre cele două dimensiuni limită;

— dimensiune limită minimă, simbolizată cu Δ_{min}, L_{min}, d_{min}, l_{min}, este cea mai mică dintre cele două dimensiuni limită.

De exemplu: se consideră două piese A și B (fig. 2.8) care, din punct de vedere funcțional, vin în legătură una cu cealaltă, în așa fel încît piesa B, ale cărei fețe laterale sînt prelucrate prin rectificare, trebuie să culiseze în canalul prelucrat, tot prin rectificare, al piesei A. Dimensiunea nominală, reprezintă lățimea canalului piesei A, se presupune că este $N_D=N_d=30$ mm, iar jocul funcțional dintre cele două piese trebuie să fie cuprins între minimum 0,01 și maximum 0,05 mm.

Pentru ca asamblarea celor două piese să se poată face și pentru ca piesele să îndeplinească condiția de interschimbabilitate, trebuie ca:

— lățimile canalelor tuturor pieselor A să fie executate mai mari decît dimensiunea nominală prescrisă, adică să fie cuprinse între $30+0,06=30,06$ mm, și $30+0,04=30,04$ mm;

— lățimile tuturor pieselor B trebuie să fie cuprinse între $30+$ $+0,03=30,03$ mm, și $30+0,01=30,01$ mm.

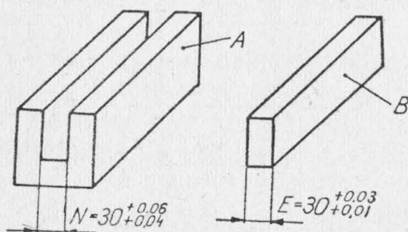


Fig. 2.8. Reprezentarea abaterilor.

Asigurînd condițiile arătate mai înainte orice piesă B introdusă în

canalul oricărei piese A va asigura condiția funcțională, jocul dintre aceste piese fiind cuprins între limitele impuse (minimum 0,01 și maximum 0,05 mm).

Diferența algebrică dintre o dimensiune limită sau dimensiune efectivă și dimensiunea nominală reprezintă abaterea.

Abaterea deci, poate fi definită ca:

— abaterea efectivă (A, a), care reprezintă diferența algebrică dintre dimensiunea efectivă și cea nominală;

— abaterea limită, care reprezintă diferența algebrică dintre dimensiunea limită și cea nominală.

Abaterile limită pot fi: superioare (A_S, a_s), cînd sînt rezultate din diferența algebrică dintre dimensiunea maximă și dimensiunea nominală, sau inferioare (A_i, a_i), cînd sînt rezultate din diferența algebrică dintre dimensiunea minimă și dimensiunea nominală.

Linia zero este dreapta de referință față de care se reprezintă abaterile, poziția ei fiind determinată de dimensiunea nominală (fig. 2.9).

Linia zero este caracterizată printr-o abatere efectivă nulă.

Convențional, abaterile de deasupra liniei zero sînt considerate pozitive, iar cele de desupt, negative.

În cazul pieselor A și B (exemplul ales mai înainte), dacă prin măsurare s-au obținut valorile dimensiunilor efective: $E_D=30,05$ mm și $E_d=30,02$ mm, rezultă următoarele valori ale abaterilor:

— efective: $\begin{cases} A=E_D-N_D=30,05-30=+0,05 \text{ mm}; \\ a=E_d-N_d=30,02-30=+0,02 \text{ mm}; \end{cases}$

— limite superioare: $\begin{cases} A_s=L_{max}-N_D=30,06-30=+0,06 \text{ mm}; \\ a_s=l_{max}-N_d=30,03-30=+0,03 \text{ mm}; \end{cases}$

— limite inferioare: $\begin{cases} A_i=L_{min}-N_D=30,04-30=+0,04 \text{ mm}; \\ a_i=l_{min}-N_d=30,01-30=+0,01 \text{ mm}. \end{cases}$

Toleranța (T_D; T_d) poate fi exprimată fie ca diferență dintre dimensiunea maximă și cea minimă, fie ca diferență între abaterea superioară și cea inferioară.

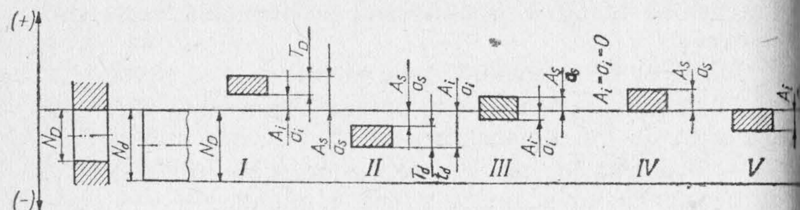


Fig. 2.9. Pozițiile cîmpurilor de toleranță față de linia „zero".

În cazul pieselor A și B rezultă:

$$T_D=L_{max}-L_{min}=30{,}06-30{,}04=0{,}02 \text{ mm};$$

$$T_d=l_{max}-l_{min}=30{,}03-30{,}01=0{,}02 \text{ mm, sau}$$

$$T_D=A_s-A_i=+0{,}06-0{,}04=0{,}02 \text{ mm};$$

$$T_d=a_s-a_i=+0{,}03-0{,}01=0{,}02 \text{ mm}.$$

Toleranța are întotdeauna o valoare pozitivă.

Zona cuprinsă între linia corespunzătoare dimensiunii maxime și cea corespunzătoare dimensiunii minime, reprezintă cîmpul de toleranță (v. fig. 2.7).

Diferențele dintre valorile dimensiunilor maxime și minime atît la alezaje, cît și la arbori, determină cele cinci poziții fundamentale de situare a cîmpului de toleranță față de linia zero (v. fig. 2.9).

2.4.3. **Ajustaje și sisteme de ajustaje.** Corelația între două piese de aceeași dimensiune nominală care urmează să fie asamblate, privind diferența dintre dimensiunile pieselor înainte de asamblare, definește ajustajul.

După forma suprafețelor de contact la îmbinare, ajustajele sînt:

— cilindrice;

— plane;

— conice.

În funcție de relațiile care există între dimensiunile celor două piese care formează ajustajul, există următoarele ajustaje:

a) ajustaj cu joc (fig. 2.10) atunci cînd $E_D>E_d$, valoarea jocului J stabilindu-se prin relația $J=E_D-E_d$ și putînd avea următoarele valori maxime și minime (fig. 2.11): $J_{max}=L_{max}-l_{min}$; $J_{min}=L_{min}-l_{max}$;

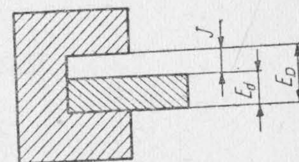


Fig. 2.10. Ajustaj cu joc.

b) ajustaj cu strîngere (fig. 2.12) atunci cînd $E_D<E_d$ valoarea strîngerii S stabilindu-se cu relația $S=E_d-E_D$ și putînd avea valorile (fig. 2.13) maxime și minime: $S_{max}=l_{max}-L_{min}$; $S_{min}=l_{min}-L_{max}$.

c) ajustaj intermediar (fig. 2.14) atunci cînd asamblarea poate fi cu joc sau cu strîngere, care se calculează cu relațiile $J_{max}=L_{max}-l_{min}$; $S_{max}=l_{max}-L_{min}$.

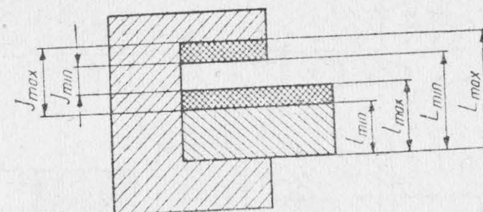


Fig. 2.11. Reprezentarea grafică a jocului maxim și minim la un ajustaj.

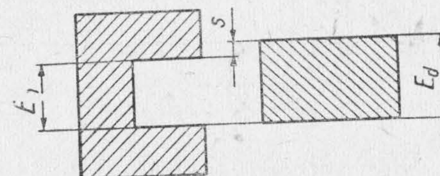


Fig. 2.12. Ajustaj cu strîngere.

Se deosebesc două cazuri:

— cînd $A_s>a_s$ (fig. 2.14, a) rezultă $J_{max}>S_{max}$

— cînd $A_s<a_s$ (fig. 2.14, b) rezultă: $J_{max}<S_{max}$.

Toleranțele ajustajelor (T_a) sînt date de următoarele relații, în funcție de felul acestora:

— ajustaj cu joc: $T_a = J_{max} - J_{min}$;

— ajustaj cu strîngere: $T_a = S_{max} - S_{min}$;

— ajustaj intermediar: $T_a = J_{max} + S_{max}$.

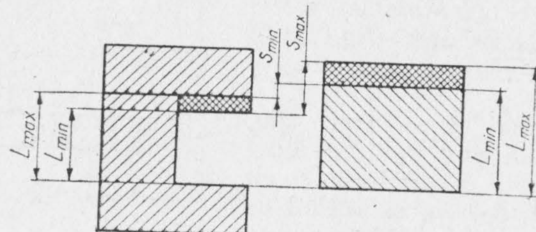


Fig. 2.13. Reprezentarea grafică a strîngerii minime la un ajustaj.

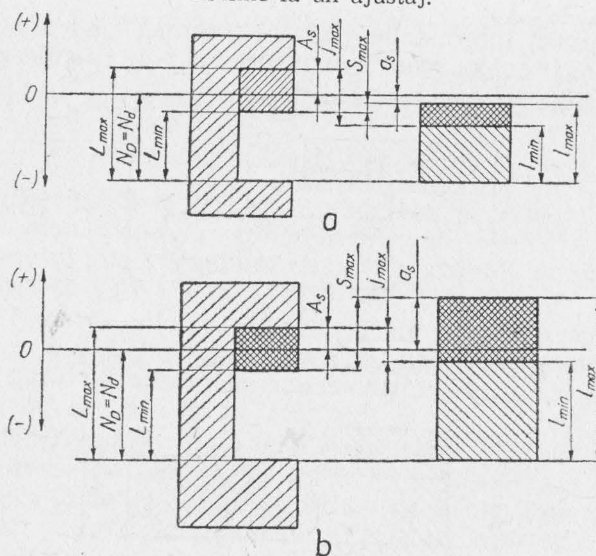


Fig. 2.14. Ajustaj intermediar.

Cîmpurile de toleranță ale ajustajelor (fig. 2.15) depind și ele de felul ajustajelor și sînt cuprinse între liniile:

— J_{max} și J_{min} la ajustaje cu joc;

— S_{max} și S_{min} la ajustaje cu strîngere;

— J_{max} și S_{max} la ajustaje intermediare.

Sisteme de ajustaje. Totalitatea ajustajelor alese între alezaje și arbori și utilizate pentru realizarea diferitelor îmbinări (cu jocuri și strîngeri) reprezintă un sistem de ajustaje.

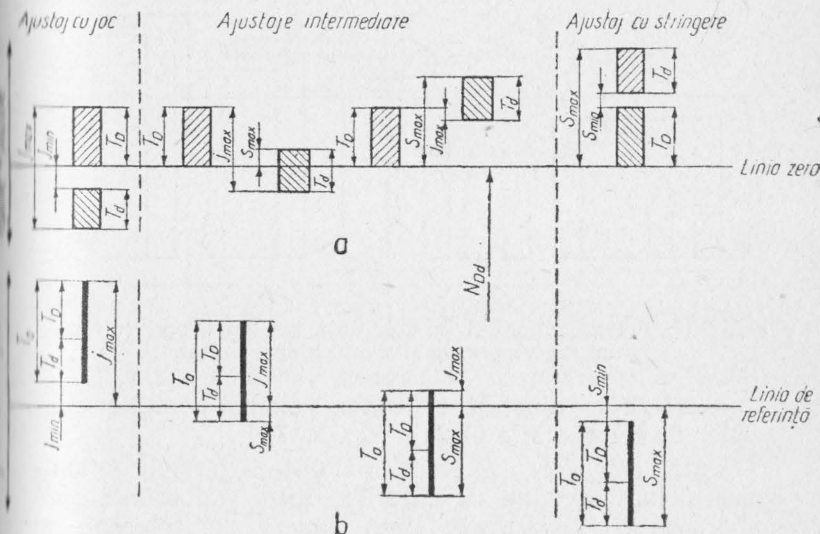


Fig. 2.15. Toleranțe și cîmpuri de toleranțe:
a — toleranțele ajustajelor cu joc, intermediare și cu strîngere; b — cîmpurile de toleranță corespunzătoare ale ajustajelor de la „a".

În tehnică se utilizează două sisteme de ajustaje:

a) sistem alezaj unitar caracterizat prin următoarele:

— ca bază de referință se aleg alezaje;

— poziția cîmpurilor de toleranță ale alezajelor față de linia zero este întotdeauna aceeași, avînd abaterea inferioară zero;

— diferitele ajustaje (cu joc, cu strîngere sau intermediare) se realizează variind pozițiile cîmpului de toleranță la arbori (fig. 2.16);

b) sistemul arbore unitar caracterizat prin următoarele:

— ca bază de referință se aleg arborii;

— poziția cîmpurilor de toleranță ale arborilor, față de linia zero, este întotdeauna aceeași, avînd abaterea superioară zero;

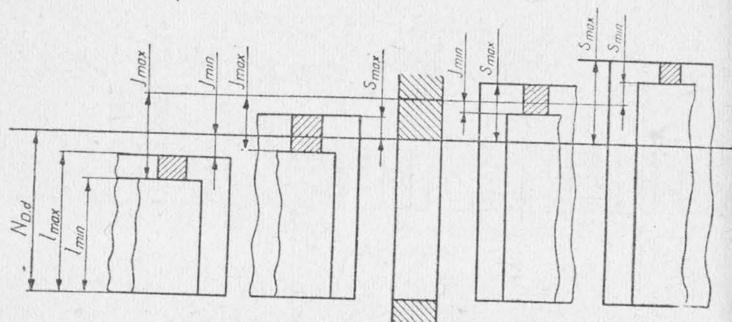


Fig. 2.16. Poziția cîmpului de toleranță pentru arbori (dimensiuni exterioare) în sistemul alezaj unitar.

— diferitele ajustaje se obțin variind pozițiile cîmpurilor de toleranță la alezaje (fig. 2.17).

Pentru asigurarea interschimbabilității pieselor și subansamblelor fabricate de diferite uzine a fost necesară elaborarea și oficializarea unui sistem de toleranțe și ajustaje rațional, iar datorită gradului avansat de dez-

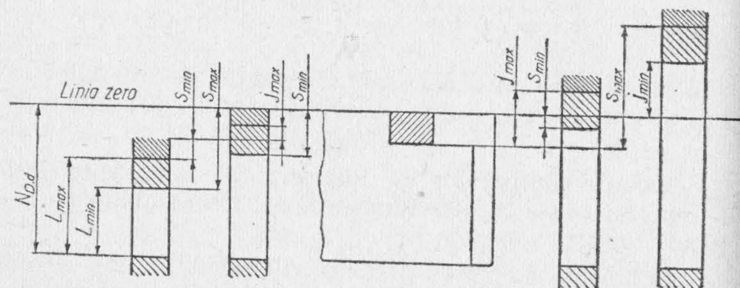


Fig. 2.17. Poziția cîmpului de toleranță pentru alezaje (dimensiuni interioare) în sistemul arbore unitar.

voltare a tehnicii noi pe plan mondial, a fost necesară utilizarea interschimbabilității nu numai în interiorul unei țări, ci și la nivelul internațional.

Din aceste considerente, în țara noastră a fost adoptat încă din anul 1969 „Sistemul de toleranțe și ajustaje I.S.O.".

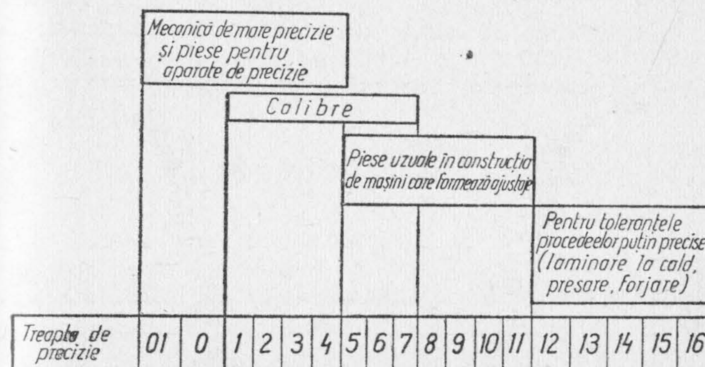


Fig. 2.18. Treptele de precizie ISO și principala lor destinație.

Acesta a înlocuit „Sistemul de toleranțe și ajustaje STAS", care era valabil numai pentru țara noastră.

2.4.4. **Sistemul de toleranțe și ajustaje ISO.** În sistemul de toleranțe I.S.O., abaterile pentru arbori și alezaje sînt stabilite independent de felul ajustajelor pe care le pot forma, permițînd împerecherea cîmpurilor de toleranță pentru arbore și alezaj, după necesitate.

În acest sens, sistemul de toleranțe I.S.O. face anumite recomandări pentru restrîngerea împerecherilor în cazuri uzuale (motivate din punct de vedere economic prin serii preferențiale).

Pentru mărimea toleranțelor se utilizează noțiunea de treaptă de precizie (sau precizie), care definește gradul de precizie în care se prelucrează piesa (arborele sau alezajul).

În cadrul unei trepte de precizie, toate cîmpurile de toleranță au aceeași mărime pentru o dimensiune nomi-

nală dată. În sistemul I.S.O. sînt 18 trepte de precizie simbolizate prin cifre: 01; 0; 1; 2; 3; 4; 5; ... 15, 16, cu domeniile de utilizare indicate în fig. 2.18.

Fiecărei trepte de precizie îi corespunde un șir de toleranțe denumite toleranțe fundamentale (STAS 8101-68)

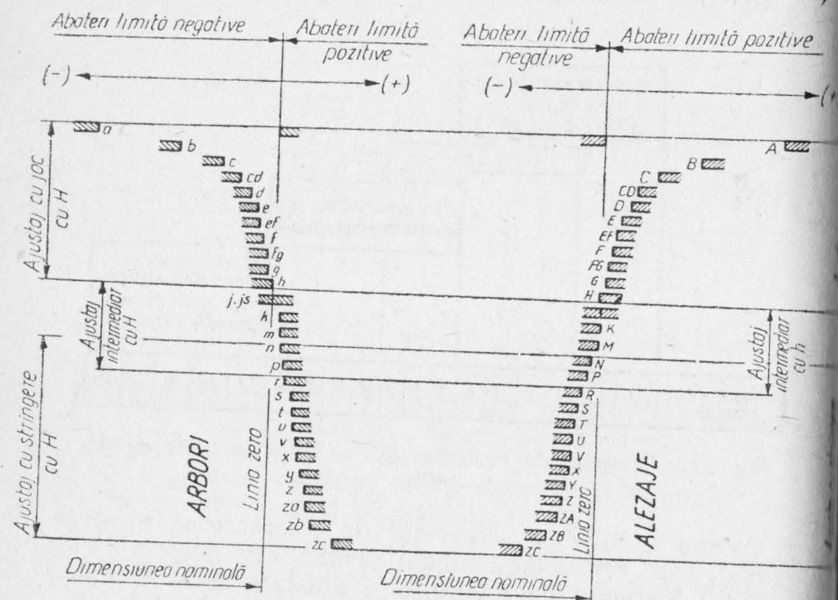


Fig. 2.19. Cîmpurile de toleranță pentru alezaje și arbori în sistemul ISO.

existînd astfel 18 șiruri de toleranțe fundamentale notate simbolic cu $JT01$; $JT0$; $JT1$; $JT2$; ... $JT15$; $JT16$.

Poziția cîmpului de toleranță se simbolizează prin una sau două litere (mari pentru alezaje și mici pentru arbori, fig. 2.19).

Cîmpul de toleranță se notează prin litera corespunzătoare poziției sale față de linia zero și numărul care reprezintă treapta de precizie: de exemplu $H7$, $h7$.

2.4.5. **Simbolizarea toleranțelor și ajustajelor.** Valoarea toleranțelor este determinată de dimensiunea nomi-

nală a piesei. Toleranțele sînt valabile pentru toate măsurile de lungimi, ca diametre, lungimi, lățimi sau înălțimi, fiind aplicabile atît la ajustajele cilindrice, cît și la cele plane.

Dimensiunea tolerată este definită prin valoarea sa nominală și prin simbolul cîmpului de toleranță, de exemplu: 30 *H* 7.

Ajustajul este indicat prin dimensiunea nominală comună celor două piese ce formează ajustajul, urmată de simbolurile alezajului și arborelui sub formă de fracție, de exemplu:

$$30\,H\,7/h\,7 \text{ sau } 30\ \frac{H\,7}{h\,7}.$$

Sistemul I.S.O. stabilește serii preferențiale de ajustaje atît în sistemul alezaj unitar (tabelul 2.13) conform STAS 8104-68 cît și în sistemul arbore unitar (tabelul 2.14) conform STAS 8105-68 în scopul reducerii numărului de scule, dispozitive, verificatoare, instrumente și aparate de măsurat.

Sistemul alezaj unitar este considerat sistem preferențial față de sistemul arbore unitar și se aplică în toate cazurile, cu excepția acelora în care funcțional sau tehnologic este rațională folosirea sistemului arbore unitar.

Alegerea dimensiunilor nominale de gabarit, de racordare, de montaj al dimensiunilor tolerate etc., este limitată în mod rațional prin STAS 575-73.

Dimensiuni liniare nominale. Valorile toleranțelor fundamentale și abaterilor fundamentale sînt stabilite pentru diferite intervale de dimensiuni nominale în STAS 8101-68.

Cîmpurile de toleranță sînt reglementate prin STAS 8102-68 și STAS 8106-68 pentru arbori, iar prin STAS 8103-68 și STAS 8107-68 pentru alezaje.

Prin STAS 8104-68 sînt stabilite cîmpurile de toleranță preferențiale și ajustajele preferențiale pentru dimensiuni pînă la 500 mm în sistemul alezaj unitar, iar prin STAS 8105-68 în sistemul arbore unitar.

Tabelul 2.13

SISTEM ALEZAJ UNITAR							STAS 8104-68
Ajustaje preferențiale							
	H6(JE1)	H7(JE2)	H8(JE3)	H9(JE4)	H11	H11(JE6)	H12(JE7)
a			d9			d11	
b						b11	b12
c		c8(jx2)	C9				
d		d8(Jd2)	d9	d10	d10	d11	
e	e7	e8(Jb2)	e9				
f	F6(JC1)	F7(JC2) / f6	f8	f9			
g	g(jd1)	g6(jd2)					
h	h5(je1)	h6(je2)	h8(je4) / h7	h9(je4)	h10(je5)	h11(je6)	h12(je7)
j	j5(ta1)	j6	j7				
k	k5(tb1)	k6(tb2)	k7				
m	m5(tc1)	m6(tc2)	m7				
n	n5(td1)	n6(td2)	n7				
p	p5	p6	p7				
r	r5(su1)	r6(sa2)	r7				
s	s5(sv1)	s6(sb2)	s7				
t	t5	t6					
u	u5	u6	u7				
v	v5	v6					
x	x5	x6					
y		y6	y7				
z		z6	z7				

STAS 8109-68 și STAS 8110-68, indică selecția cîmpurilor de toleranță pentru dimensiuni peste 500 mm pînă la 3150 mm pentru arbori, respectiv pentru alezaje.

2.4.6. **Alegerea ajustajului.** Interpretarea și citirea tabelelor de toleranțe și ajustaje STAS 8104-68 și STAS

Tabelul 2.14

Sistem arbore unitar

Ajustaje preferențiale STAS-8105-68

	h6(Ie2)	h7	h8(Ie4)	h9(Ie4)	h11
A					A11(IA6)
B					B11(IA6)
D				D8(IA2)	D11(IC6)
E			E7		
F		F7(IC1)	F8(IC2)		
G	G7(ID2)				
H	H7(IE2)	H8(IE3)	H8(IE3)	H9(IE4)	H11(IE6)
I	I7(TA2)				
K	K7(TB2)				
M	M7(TC2)				
N	N7(TD2)				
P	P7				
R	R7(SB2)				
S	S7(SB2)				
U	U7(SC2)				
X	X7				
Z	Z7				

8105-68 arată arată criteriile și modul cum trebuie procedat pentru a putea trece la aplicarea acestora în practică.

Întrucît în construcția de mașini se folosește cel mai frecvent clasa 7 de precizie, s-a ales de exemplu schema ajustajelor după STAS 8104-68 și STAS 8105-68 pentru dimensiunile piesei din fig. 2.20, *a* și *b*.

Astfel, pentru ajustajul din fig. 2.20, *a*, pentru care înscrierea toleranțelor s-a făcut prin simboluri și anume

$\phi\ 30\frac{H_7}{h_7}$, se alege în felul următor: cifra 7 din simbol arată că acest ajustaj face parte din clasa *a* 7 de precizie. La numărător este înscris un alezaj *H*, adică un alezaj cu abatere inferioară zero, deci este considerat un ajustaj din sistemul alezaj unitar. Se caută în tabelul cu siste-

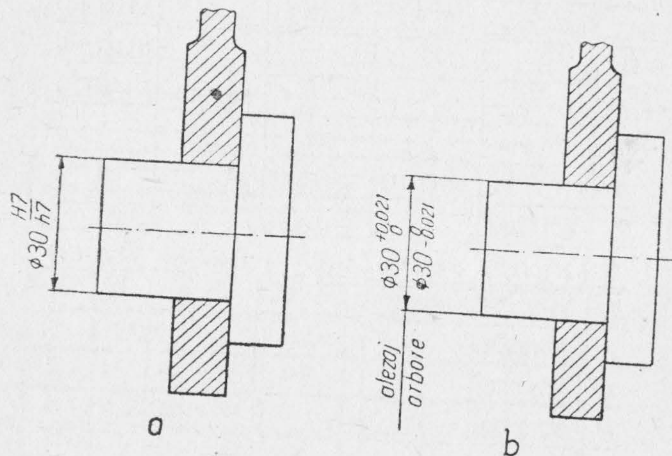


Fig. 2.20. Schema ajustajelor.

mul alezaj unitar diametrul nominal de 30 mm (în intervalul 30—40 mm) și simbolul ajustajului 7 căruia îi corespund valorile de 0 și +21 microni (abaterile alezajului).

Se caută apoi în tabelul cu sistem arbore unitar și, procedîndu-se la fel, se vor găsi valorile de 0 și —21 microni, deci un ajustaj cu joc minim.

Ajustajul astfel identificat, poate fi înscris pe desen cu valorile numerice ale abaterilor limită obținute sub forma:

$$\frac{\varnothing\ 30^{+0,021}_{\ \ 0}}{\varnothing\ 30^{\ \ 0}_{-0,021}},$$

așa după cum este reprezentat în fig. 2.20, *b*.

2.5. ABATERI DE FORMĂ ȘI DE POZIȚIE

După cum s-a arătat, în realizarea tehnologică a diferitelor piese apar și abateri de la forma geometrică indicată în desenul tehnic, precum și abateri de la poziția corectă între suprafețe (una față de alta sau față de axe).

Pentru asigurarea condițiilor de funcționalitate, economicitate și schimbabilitate, aceste abateri trebuie limitate.

Abaterile de la forma geometrică și de la poziția corectă sînt definite în STAS 7384-66.

Mărimea acestor abateri depinde de mărimea suprafeței sau lungimii de referință (suprafața, respectiv lungimea profilului în limitele căreia se indică abaterea).

Abaterea de formă a unei suprafețe este distanța maximă dintre suprafața efectivă (obținută prin măsurare și apropiată de suprafața reală) și suprafața adiacentă (tangentă la suprafața reală exterioară).

Abaterile de la forma geometrică ideală sînt abateri de la:

— rectilinitate (STAS 7391/1-74);
— circularitate (STAS 7391/2-74);
— planitate (STAS 7391/1-74);
— cilindricitate (STAS 7391/2-74);
— forma dată a profilului;
— forma dată a suprafeței.

În fig. 2.21, *a* este reprezentată ca exemplu, abaterea de formă de la circularitate (necircularitate), la o gaură realizată prin rectificare, iar în fig. 2.21, *b* abaterea de formă de la planitate.

Abaterea de poziție este abaterea maximă a poziției unei suprafețe, a axei ei, a unui plan de simetrie sau a unui profil față de baza de referință.

Abaterile de la poziția corectă sînt:

— abateri de la paralelism și perpendicularitate (STAS 7391/3-74);

— abateri de la înclinare (STAS 7391/3-74);
— bătaia radială şi frontală (STAS 7391/5-74);
— abateri de la coaxialitate şi de la concentricitate;
— abateri de la simetrie;

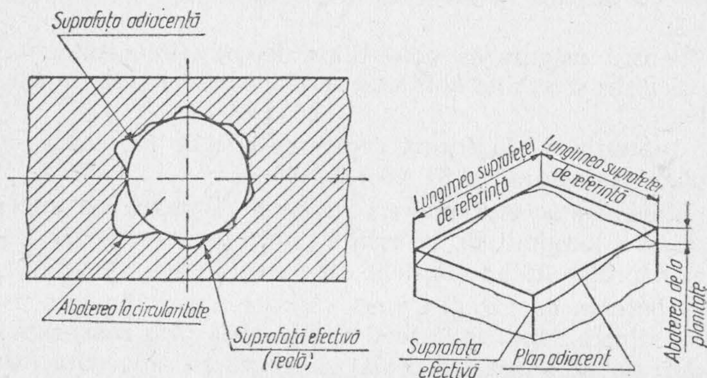


Fig. 2.21. Abateri de formă:
a — abatere de formă de circularitate; *b* — abateri de la planitate.

— abateri de la intersectare;
— abateri de la poziţia nominală.

În fig. 2.22, *a*, *b*, *c* şi *e* sînt reprezentate cîteva exemple de abateri de la poziţia corectă.

În desenele tehnice, datele referitoare la toleranţele de formă şi de poziţie se redau prin toleranţe şi se înscriu după STAS 7385-66 într-un cadru dreptunghiular cu două sau trei căsuţe (fig. 2.23) unde se indică simbolul toleranţei de formă sau de poziţie; valoarea toleranţei în mm, litera de identificare a bazei de referinţă (dacă este necesar).

Simbolurile toleranţelor de formă sînt redate în tabelul 2.15, iar pentru toleranţele de poziţie în tabelul 2.16.

Valorile numerice ale toleranţelor pentru unele abateri sînt standardizate. De regulă, cadrul cu datele pri-

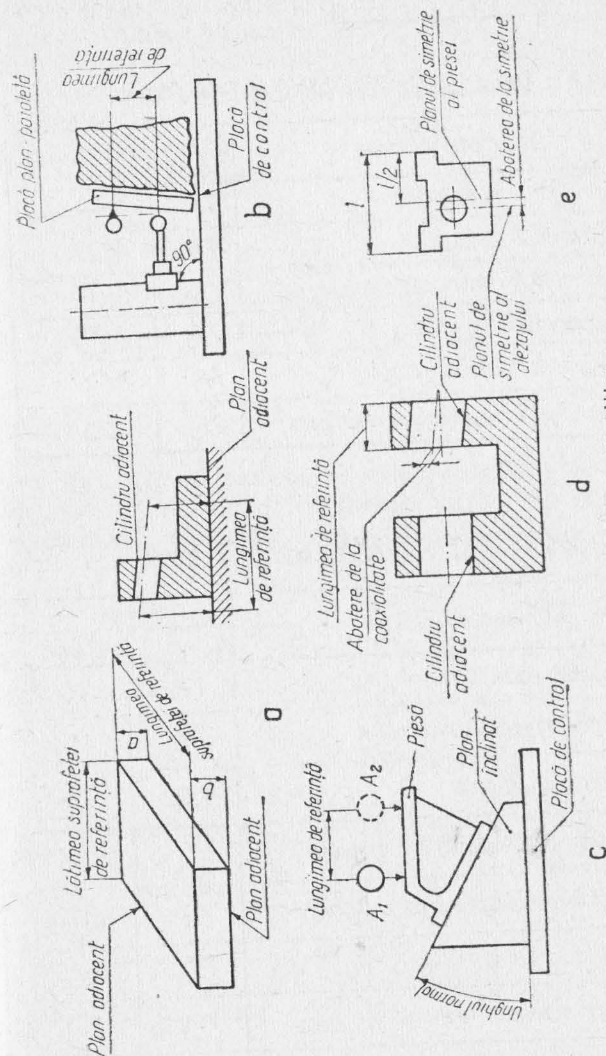


Fig. 2.22. Abateri de poziţie:
a — abateri de la paralelism; *b* — abateri de la perpendicularitate; *c* — abateri de la înclinare; *d* — abateri de la coaxialitate; *e* — abateri de la simetrie.

I	II	III

Fig. 2.23. Modul de notare a abaterilor de formă și de poziție

SIMBOLURILE TOLERANȚELOR DE FORMĂ

Denumirea toleranței	Simbol	
	Literal	Grafic
Toleranță la rectilinitate	TF_r	—
Toleranță la planitate	TF_p	▱
Toleranță la circularitate	TF_c	○
Toleranță la cilindricitate	TF_l	⌭
Toleranță la forma dată a profilului	TF_f	⌒
Toleranță la forma dată a suprafeței	TF_s	⌓

SIMBOLURILE TOLERANȚELOR DE POZIȚIE

Denumirea toleranței	Simbol	
	Literal	Grafic
Toleranță la paralelism	TP_l	//
Toleranță la perpendicularitate	TP_d	⊥
Toleranță la înclinare	TP_i	∠
Toleranța bătăii radiale și a bătăii frontale	TB_r TB_f	↗
Toleranță la coaxialitate și la concentricitate	TP_c	◎
Toleranță la simetrie	TP_s	⌯
Toleranță la intersectare	TP_x	⊗
Toleranță la poziția nominală	TP_p	⌖

vind toleranța de poziție se leagă de baza de referință printr-o linie cu un triunghi înnegrit (fig. 2.24, a).

În cazul cînd aceasta nu este posibil, sau pentru a nu dăuna clarității desenului, baza de referință se înscrie într-un cadru separat (fig. 2.24, b) printr-o literă majusculă care se înscrie și în căsuța *III*.

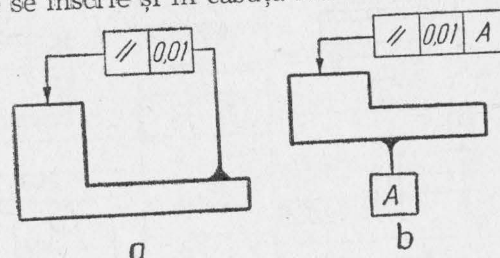


Fig. 2.24. Notarea toleranțelor pentru unele abateri.

În fig. 2.25 sînt indicate cîteva moduri de înscriere în desene a toleranțelor de formă, iar în fig. 2.26 moduri de înscriere a toleranțelor de poziție.

Fig. 2.25. Exemple de înscriere a toleranțelor de formă.

Ondulația unei suprafețe se definește ca o abatere de formă avînd aspect de valuri, care se repetă periodic. Ondulația este provocată de neuniformitatea procesului de așchiere, datorită vibrațiilor sculei, piesei etc.

Toleranță la paralelism	// TP_l	// 0,01/100 B; B	Toleranță la concentricitate și coaxialitate	◎ TP_c	◎ 0,01
Toleranță la perpendicularitate	⊥ TP_p	A; ⊥ 0,06 A	Toleranță la simetrie	⌯ TP_s	⌯ 0,04 A; A
Toleranță la înclinare	∠ TP_i	∠ 0,01 A; A	Toleranță la intersectare	⊗ TP_x	⊗ 0,01 A; A
Toleranța bătăii radiale	↗ TB_r	↗ 0,01 A; ↗ 0,01 A; A	Toleranță la poziția nominală	⊕ TP_p	⊕ 0,06; ◎ 0,2; 8 găuri; 30; 30; 15; 30; 30; 30
Toleranța bătăii frontale	↗ TB_f	↗ 0,04 A; ↗ 0,05 A; A			

Fig. 2.26. Exemple de înscriere a toleranțelor de poziție.

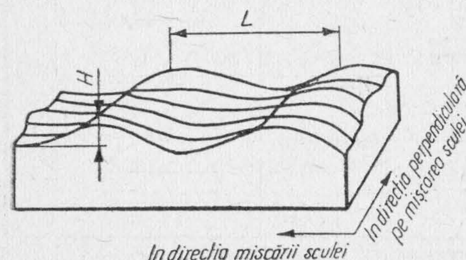


Fig. 2.27. Ondulația suprafeței.

Vibrațiile se pot produce în următoarele cazuri:
— mașina-unealtă este defectă sau uzată;
— scula abrazivă are rigiditate scăzută.

În fig. 2.27, L reprezintă pasul undei, iar H înălțimea undei. În funcție de raportul între aceste două valori, abaterile se încadrează astfel:

a) $\frac{L}{H} < 50$ — rugozitate;

b) $50 < \frac{L}{H} < 1\,000$ — ondulație;

c) $\frac{L}{H} > 1\,000$ — abateri de formă și poziție.

2.6. RUGOZITATEA SUPRAFEȚELOR

Rugozitatea unei suprafețe se definește ca ansamblul neregularităților mici (asperități) care formează relieful suprafeței reale, rezultate în urma procesului de prelucrare.

Neregularitățile mici (microneregularități) rezultate în direcția mișcării principale a procesului de așchiere constituie asperitatea longitudinală, iar microneregularitățile formate în direcția mișcării secundare de avans, constituie asperitatea transversală.

În STAS 5730-75 sînt indicate definițiile complete referitoare la rugozitatea suprafețelor.

Mărimea microneregularităților depinde de un complex de factori ca:
— procedeul de prelucrare folosit;
— așchia desprinsă;
— adîncimea de așchiere;
— viteza de așchiere;
— mărimea avansului;
— frecarea dintre scula abrazivă și suprafața prelucrată;
— forma sculei;
— lichidul de așchiere;
— vibrații etc.

Rugozitatea suprafeței pieselor influențează direct caracteristicile de exploatare a acestora și anume asupra rezistenței la uzură, rezistenței la oboseală, rezistenței la coroziune, calității ajustajelor etc.

Rezistența la uzură a suprafețelor în frecare este influențată direct de calitatea prelucrării efectuate, întrucît suprafețele în contact nu se ating pe toată suprafața ci numai vîrfurile neregularităților, exercitîndu-se pe acestea presiuni neuniforme care, prin uzură, conduc la formarea unui joc și deci la o înrăutățire a condițiilor de funcționare. Uzura suprafețelor în contact va crește datorită temperaturii produse și datorită acțiunii abrazive a particulelor provenite din distrugerea vîrfurilor neregularităților. În concluzie, rezistența la uzură a suprafețelor în contact este cu atît mai mică, cu cît microneregularitățile sînt mai mari.

NOTAREA STARII SUPRAFETEI IN DESENUL TEHNIC

Simbol	Interpretarea simbolurilor	Exemple
=	Rizuri paralele cu planul desenului	Orientarea urmelor; √=
⊥	Rizuri perpendiculare pe planul desenului	Orientarea urmelor; √⊥
X	Rizuri încrucișate înclinate față planul desenului	Orientarea urmelor; √X
M	Rizuri orientate în mai multe direcții	√M
C	Rizuri aproximativ circulare și concentrice față de centrul suprafeței însemnate	√C
R	Rizuri aproximative radiale față de centrul suprafeței însemnate	

Urmele rezultate pe piese în procesul de așchiere sînt simbolizate ca în tabelul 2.17.

Prin secționarea unei piese cu un plan perpendicular pe direcția de prelucrare, se obține profilul microneregularităților (fig. 2.28). Se disting trei categorii de profiluri:

— real (rezultat prin prelucrare);
— geometric (ideal);
— efectiv (obținut prin măsurare).

Linia medie m, a profilului efectiv, (situat între liniile exterioare e și interioară i) este linia care se determină în limitele lungimii de bază l și care îndeplinește următoarele condiții:

— are forma profilului geometric;
— împarte profilul efectiv p astfel încît suma patratelor ordonatelor ($y_1 \dots y_n$) acestui profil în raport cu această linie, să fie minimă.

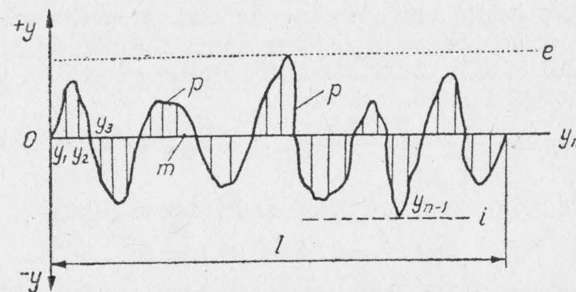


Fig. 2.28. Schiță pentru determinarea abaterii medii aritmetice R_a a profilului unei suprafețe metalice.

Conform STAS 5730-66, evaluarea cantitativă a rugozității se face pe baza următorilor parametri:

a) abaterea medie aritmetică R_a a profilului reprezintă valoarea medie a ordonatelor $y_1 \dots y_n$, a punctelor profilului efectiv față de linia medie a profilului (fig. 2.28).

Aproximativ se calculează cu relația:

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i)}{n};$$

b) înălțimea neregularităților (în zece puncte) R_z reprezintă diferența dintre media aritmetică a ordonatelor

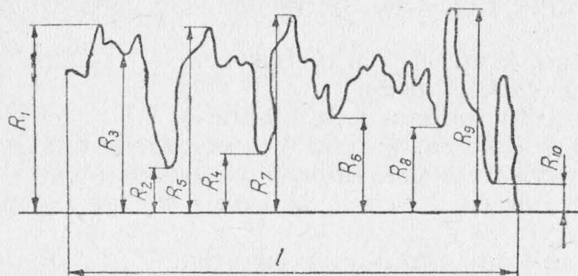


Fig. 2.29. Schiță pentru determinarea înălțimii maxime a neregularităților profilului unei suprafețe metalice.

celor mai înalte cinci puncte de vîrf și media aritmetică a ordonatelor celor mai joase cinci puncte de fund ale profilului efectiv, cuprinse între liniile exterioare *e* și interioare *i* (fig. 2.29).

$$R_z = \frac{R_1+R_3+R_5+R_7+R_9}{5} - \frac{R_2+R_4+R_6+R_8+R_{10}}{5}$$

Între cei doi parametri R_a și R_z există relația:

$$\log. R_z = 0{,}95 + 0{,}97 \log. R_a.$$

În tabelul 2.18 sînt indicate valorile preferențiale ale parametrilor R_a și R_z în funcție de lungimea de bază l.

Notarea rugozității suprafețelor în desenul industrial este precizată în STAS 612-75.

În fig. 2.30 sînt indicate semnele și modul de înscriere a datelor cu privire la rugozitatea suprafețelor.

Cînd rugozitatea suprafeței se indică prin parametrul R_a, se procedează ca în fig. 2.30, *a*, iar în cazul cînd se utilizează parametrul R_z, înscrierea se face ca în fig. 2.30, *b*.

Dacă este necesar, pentru precizarea valorilor minimă și maximă ale rugozității unei suprafețe se utilizează notația din figura 2.30, c.

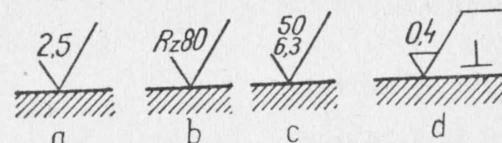


Fig 2.30. Exemple de notare a rugozităților suprafețelor.

În cazul cînd este necesară înscrierea orientării urmelor rezultate prin așchiere se utilizează semnul din fig. 2.30, *d*.

Tabelul 2.18

Valorile preferențiale ale parametrilor R_a și R_z

R_a μm	R_z μm	Lungimea de baza l, mm
	Maximum	
1	2	3
0,012 0,025	0,063 0,125	0,08
0,05 0,10 0,20 0,40	0,25 0,5 1,0 2,0	0,25
0,80 1,60 3,2	2,0 8,0 12,5	0,8
6,8 12,5	25 50	2,5
25 50 100	100 200 400	8

CORESPONDENTA DINTRE SEMNELE DE CALITATE

Notarea calității suprafeței conf. STAS 612-49	Notarea rugozității suprafeței prin parametrul R_a conf. STAS 612-66
▽	50/ 100/
▽▽	6,3/ 12,5/
▽▽▽	0,8/ 1,6/
▽▽▽▽	0,05/ 0,2/

Între precizia dimensională și rugozitatea unei suprafețe, trebuie să existe o strînsă corelare determinată de rolul funcțional al acesteia.

Corespondența aproximativă dintre semnele de calitate vechi (STAS 612-49) și notarea rugozității suprafeței prin parametrul R_a (conform STAS 612-75) este redată în tabelul 2.19.

2.7. MAȘINI DE NETEZIT

2.7.1. Clasificarea mașinilor de netezit. Mașinile de netezit se clasifică în funcție de procedeele care se folosesc la netezire. Astfel:

— mașini de lepuit;

— mașini de honuit;

— mașini de suprafinisat.

2.7.2. Mașini de lepuit (rodat). Mașinile de lepuit se pot clasifica, după forma suprafețelor de prelucrat, în mașini de lepuit plan, mașini de lepuit rotund, mașini de lepuit universale și mașini de lepuit speciale.

La toate tipurile principiul de lucru constă din deplasarea relativă a piesei și sculei de lepuit în prezența pulberii abrazive (liberă sau fixată pe sculă), care îndepărtează particule fine din materialul piesei. Scula este formată din una sau din două discuri de fontă cenușie sau din dornuri de lepuit cilindric interior și exterior din fontă sau alt material moale.

2.7.2.1. Mașini de lepuit verticale cu un disc. Mașinile de lepuit cu un disc cu axa verticală se folosesc pentru producția de serie mică. Discul, pe care se depune pasta abrazivă, are o mișcare de rotație iar piesa se deplasează pe suprafața acestuia cu mîna s-au prin pîrghii. Deoarece prelucrarea se asigură la viteze de cel mult 200 m/min, transmiterea mișcării de la motorul *1* la discul *2* (fig. 2.31) se face, în cele mai multe cazuri, printr-un angrenaj melc-roată melcată *3*. Axul melcului este antrenat fie direct de la motorul electric sau prin intermediul unei transmisii cu curele *4*. Cuplarea și decuplarea mișcării discului poate fi făcută printr-o pedală acționată cu piciorul care conectează motorul electric. Suportul discului trebuie să fie plan, pentru a asigura acestuia poziția corectă.

Pîrghia *5* formează suportul piesei de lepuit. Diametrul discului *2* poate fi de 200—2 000 mm, iar puterea motorului de acționare de 0,2 ... 3 kW. Uneori pîrghia

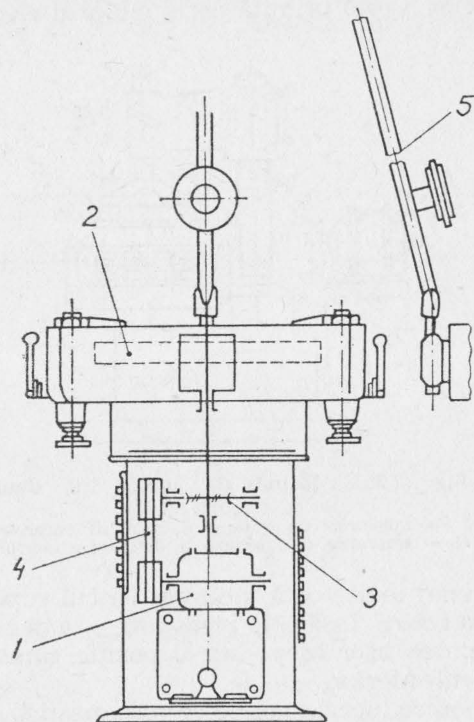


Fig. 2.31. Mașină de lepuit cu disc cu axul vertical.

suport poate avea o mișcare oscilatorie, dată de un mecanism acționat de un motor separat; aceasta în vederea măririi productivității mașinii și a îmbunătățirii calității suprafețelor lepuite.

2.7.2.2. Mașini de lepuit verticale cu două discuri. Mașinile de lepuit verticale cu două discuri coaxiale se folosesc pentru producția de serie mare și masă.

Mașinile cu două discuri coaxiale se prezintă sub două forme principale:

1. Mașini de lepuit verticale, la care numai discul inferior este antrenat (fig. 2.32).

Ambele discuri sînt din fontă cenușie. Mișcarea discului inferior *3* este primită de la motorul electric *1* prin-

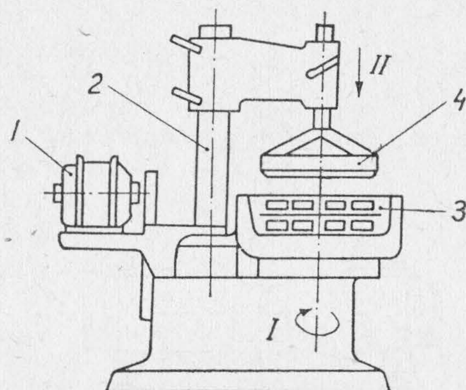


Fig. 2.32. Mașină de lepuit cu două discuri:
I — mișcarea de rotație a discului inferior;
II — mișcarea de apăsare a discului superior.

tr-un angrenaj melc-roată melcată. Discul superior *4* este fixat contra rotirii, însă este prins într-o articulație sferică spre a se putea ușor așeza într-o poziție corespunzătoare față de discul inferior.

Pentru introducerea pieselor pe mașină, acest disc poate fi deplasat lateral, în jurul axei coloanei *2*. În poziția de lucru, discul apasă pe piesă prin greutatea proprie sau prin presiune hidraulică. Acționarea hidraulică permite reglarea presiunii în funcție de mărimea piesei și faza de lucru (începutul sau sfîrșitul lucrului).

Un subansamblu important al mașinii de lepuit este platoul suport *2* (fig. 2.33), cu fante, care se așază între cele două discuri *1* și *4* și antrenează piesa. Acest platou suport primește mișcarea de rotație de la un excentric *3* a cărui excentricitate este variabilă de la 0 la 20 mm. Excentricul se rotește cu o viteză de două ori mai mică decît discul inferior *4*, iar platoul suport este

mai subțire decît grosimea piesei, astfel că acesta nu atinge discul de lepuire.

Pentru lepuirea suprafețelor cilindrice, platoul dispune de locașuri în care se introduc liber piesele. Prin

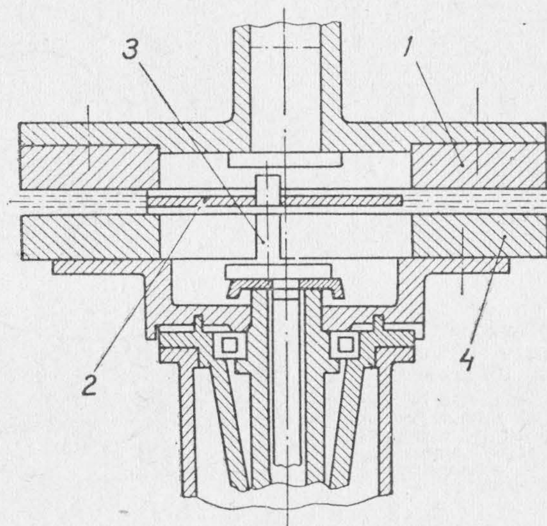


Fig. 2.33. Platoul suport pentru lepuit cu fante.

fixarea excentricității se angrenează piesa în mișcare, în așa fel încît să cuprindă toată lățimea discului de lepuit, pentru ca uzura care se produce să fie uniformă. Piesele se așază oblic pe platou, cu un unghi radial de 10 ... 22°, astfel că între ele și discul ce se rotește se produce o mișcare de rostogolire; totodată se produce o mișcare ondulatorie, provocată de excentric (fig. 2.34).

Prin aceste mișcări, piesele se rodează la același diametru, corijindu-se și unele erori de formă cilindrică.

Piesele cilindrice nu trebuie să se oprească nici un moment în timpul operației de lepuire, întrucît se pot ușor ovaliza. Înclinarea piesei față de rază cu unghiul indicat asigură formarea unui cuplu de forțe care rotește continuu piesa.

2. Mașini de lepuit verticale cu ambele discuri antrenate în sensuri contrare (fig. 2.35) asigură o mare productivitate. Cele două discuri pot fi antrenate de la același motor electric.

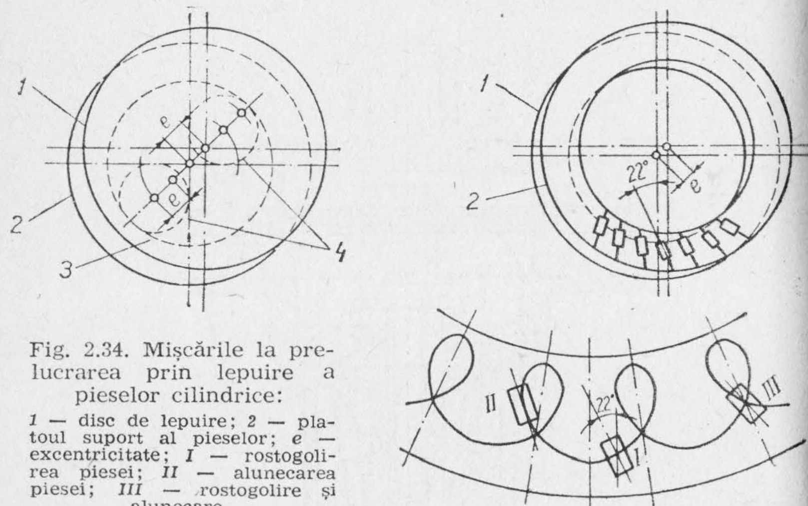


Fig. 2.34. Mișcările la prelucrarea prin lepuire a pieselor cilindrice:
1 — disc de lepuire; 2 — platoul suport al pieselor; e — excentricitate; I — rostogolirea piesei; II — alunecarea piesei; III — rostogolire și alunecare.

Discurile sînt din carborund cu liant de șelac. Ambele discuri se corectează, după prelucrarea a 3 000—4 000 piese, cu dispozitiv cu diamant acționat hidraulic.

O importanță deosebită trebuie acordată filtrării lichidului de răcire și ungere, pentru ca impuritățile să nu ajungă la locul prelucrării și să deterioreze (zgîrie) suprafața lepuită. Cu cît rizurile caracteristice formate prin lepuire (fig. 2.36) sînt mai dese cu atît finețea suprafeței prelucrate crește.

2.7.3. **Mașini de honuit.** Mașinile de honuit se construiesc de obicei pentru prelucrarea suprafețelor cilindrice interioare cu diametrul de 2,5 ... 1 000 mm și cu lungimi de honuit cît permite cursa mașinii. Se construiesc mașini și pentru honuirea exterioară. Mașinile de honuit după poziția axului pot fi:

— mașini de honuit verticale;
— mașini de honuit orizontale.

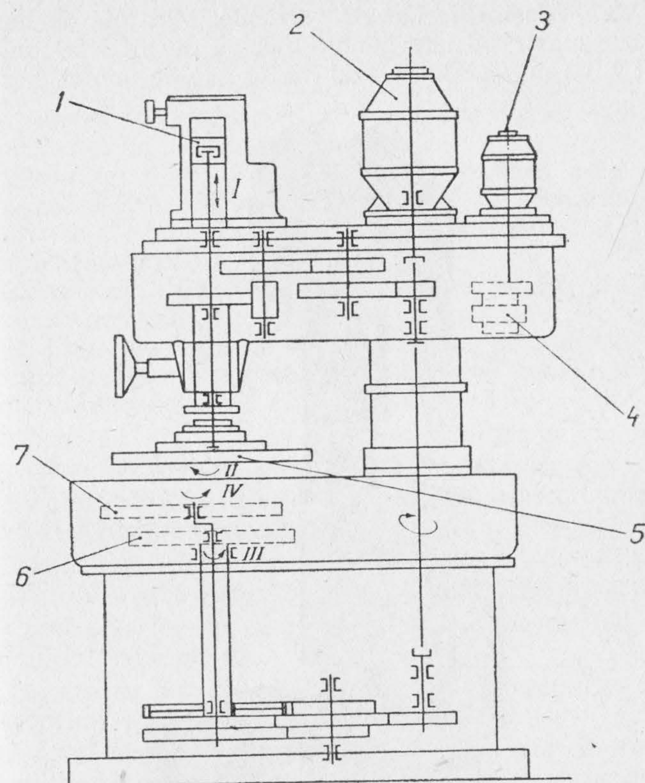


Fig. 2.35. Mașină de lepuit cu ambele discuri antrenate:
1 — cilindru hidraulic; 2 — electromotor; 3 — electromotor pentru antrenarea pompei; 4 — pompă cu roți dințate; 5 — disc superior; 6 — disc inferior; 7 — platou suport.

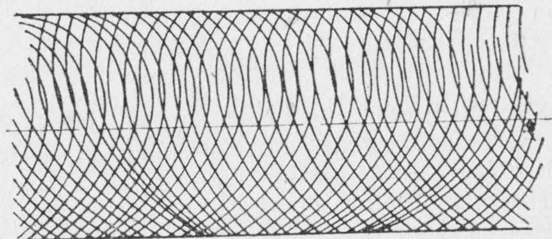


Fig. 2.36. Rizuri caracteristice pe o piesă lepuită.

2.7.3.1. **Mașini de honuit verticale.** Mașinile de honuit verticale sînt destinate pentru alezaje de diferite lungimi și pot fi cu un ax sau cu mai multe axe de honuit.

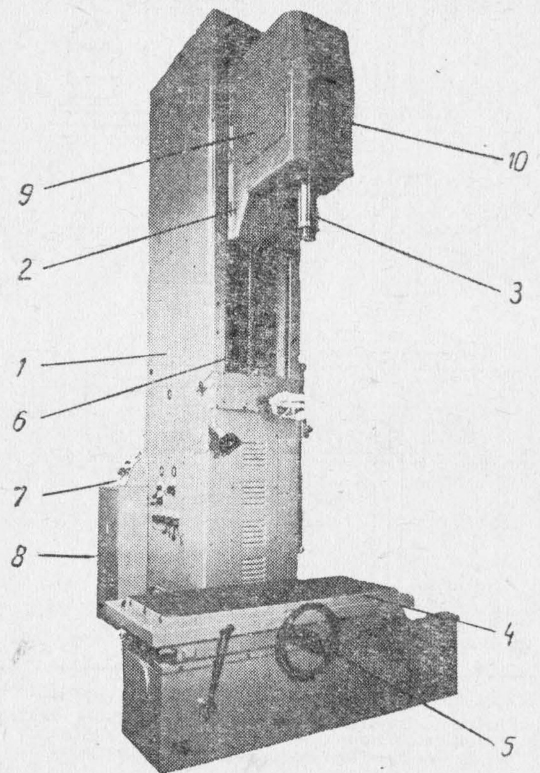


Fig. 2.37. Mașină de honuit verticală cu un ax, tip AMK.

1. Mașini de honuit verticale cu un ax (fig. 2.37) tip AMK se întrebuințează la prelucrări cu caracter general și de obicei pentru piese în serie.

Mișcările mașinii sînt:

— mișcarea principală de rotație a honului;

— mișcarea alternativă în sens vertical a honului.

Mișcarea alternativă de dute-vino a honului este realizată de un sistem cu comandă hidraulică.

Mașina de honuit AMK se compune din următoarele părți principale: batiul mașinii *1* este de construcție sudată, iar în interiorul său sînt montate toate elementele de comandă și funcționare.

Capul arborelui *2* se deplasează vertical prin acționare hidraulică. Mișcarea de rotație a arborelui port-sculă *3* se face mecanic prin intermediul unor roți dințate și un lanț de transmisie.

Masa longitudinală *4* se deplasează în direcție longitudinală, acționată hidraulic cu ajutorul unui cilindru de forță. Masa de lucru se poate deplasa și transversal cu ajutorul unei roți manuale *5*. Limitarea cursei se poate face cu ajutorul unor limitatoare de cursă *6*.

Ungerea se face cu ajutorul unei pompe acționate mecanic prin intermediul unui lanț de transmisie.

Lichidul de răcire este asigurat în procesul de prelucrare de o pompă cufundată *8*.

Toate impuritățile ce se află în lichidul de răcire sînt captate de un filtru automat și depuse într-un rezervor.

Comenzile pentru funcționarea mașinii se fac de la tabloul de comandă *7*.

Înainte ca lichidul de așchiere să ajungă în rezervor, trece printr-un filtru din lamele magnetice.

2.7.3.2. **Mașini de honuit verticale cu mai multe axe.** Aceste mașini sînt de mare productivitate și în general sînt destinate pentru prelucrarea unor anumite piese.

Mașina de honuit verticală cu patru axe (fig. 2.38) este destinată pentru prelucrarea simultană a patru alezaje a blocului cilindrilor. Mașina dispune de o masă pe care se pot așeza două dispozitive pentru fixarea pieselor; în timp ce la unul se eliberează piesa honuită și se fixează alt semifabricat, celălalt se află în lucru. Mașina permite honuirea găurilor cu diametrul între 85 și 100 mm pe o adîncime de 450 mm.

Axele principale *1* ale mașinii sînt antrenate în mișcarea de rotație de două motoare electrice *3*, prin intermediul a două cutii de viteze *2*. Turația capetelor de ho-

nuit poate fi reglată asigurînd o viteză periferică între 40 şi 75 m/min cu ajutorul cutiilor de viteze.

Mişcarea rectilinie alternativă a axelor principale se realizează de către un mecanism hidraulic care asigură

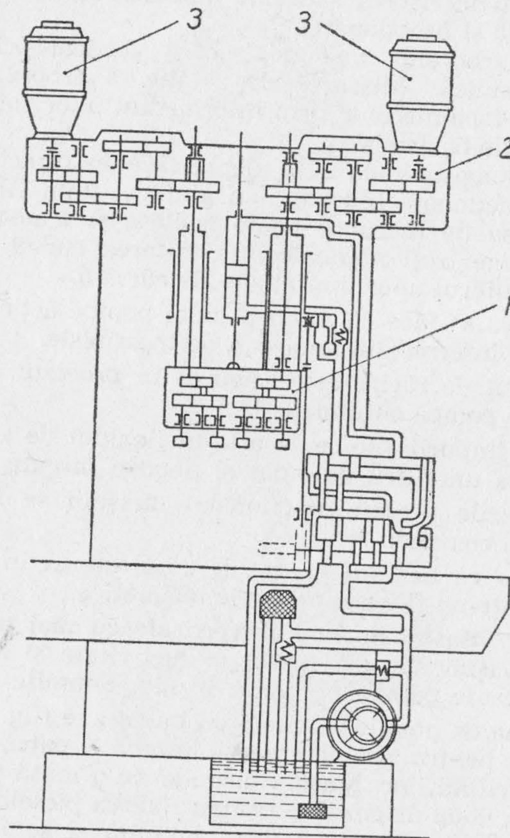


Fig. 2.38. Maşină de honuit cu patru axe.

axelor o viteză de deplasare pe verticală reglabilă între 10 şi 20 m/min.

2.7.4. **Maşini de suprafinisat.** Prin suprafinisare se urmăreşte să se obţină o netezime maximă a suprafeţei prelucrate, din care cauză pentru acest proces se lasă un adaus de prelucrare egal cu înălţimea asperităţilor.

Ca scule aşchietoare se folosesc bare şi discuri abrazive de granulaţie foarte fină, care se apasă pe suprafaţa de prelucrat cu ajutorul unor arcuri sau pe cale hidraulică.

Maşinile de suprafinisat pot fi:

— maşini de suprafinisat suprafeţe exterioare şi interioare de rotaţie;

— maşini de suprafinisat suprafeţe plane;

— maşini de suprafinisat suprafeţe profilate.

2.7.4.1. **Maşini de suprafinisat rotund.** Maşinile de suprafinisat rotund se utilizează pentru prelucrarea suprafeţelor cilindrice şi conice, exterioare şi interioare. După poziţia axului dispozitivului pentru aşezarea piesei şi după poziţia suprafeţei de prelucrat, maşinile de suprafinisat pot fi orizontale şi verticale. La cele verticale, piesa se aşază pe masa fixă a maşinii, iar capul de suprafinisat execută concomitent atît mişcarea rectilinie oscilatorie verticală cît şi mişcarea de rotaţie.

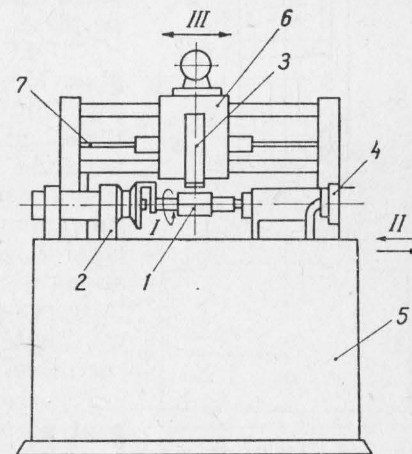


Fig. 2.39. Maşină de suprafinisat rotund, orizontal:

I — mişcarea de rotaţie a piesei; *II* — avansul longitudinal; *III* — deplasarea păpuşii portsculă.

La maşinile orizontale, piesa se prinde între vîrfuri sau cu ajutorul unui cap de prindere. Astfel la maşina de suprafinisat orizontală (fig. 2.39), piesa *1* se fixează între vîrfuri şi este antrenată în mişcarea de rotaţie de păpuşa fixă *2*. Mişcarea de avans longitudinală în direcţia axei piesei se obţine prin deplasarea mesei sau prin deplasarea capului

de suprafinisat. Capul de suprafinisat *3* execută și mișcările rectilinii oscilatorii orizontale.

Construcția unei astfel de mașini pentru prelucrarea suprafețelor cilindrice exterioare seamănă cu un strung, cu vîrfuri ce lucrează cu bare abrazive în loc de cuțit.

Diametrul maxim al piesei ce se poate fixa este de 250 mm, iar lungimea piesei 450 ... 700 mm.

Păpușa fixă *2* primește mișcarea de rotație de la un motor electric. Păpușa portsculă *6* primește mișcarea de avans longitudinal în lungul ghidajelor cilindrice *7* de la un mecanism de acționare hidraulic. Mecanismul hidraulic mai servește și pentru apropierea și ușoara apăsare a barelor abrazive pe piesă.

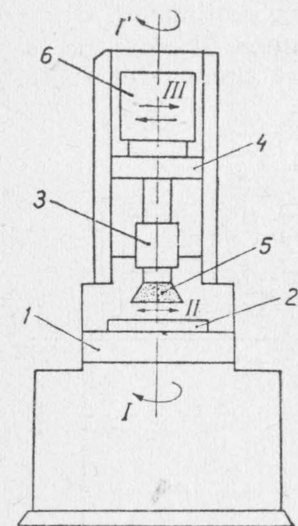


Fig. 2.40. Mașină de suprafinisat plan:

I — mișcarea de rotație a platoului; *I* — mișcarea de rotație a sculei; *II* — avansul longitudinal; *III* — mișcarea oscilatorie a sculei.

2.7.4.2. **Mașini de suprafinisat plan.** Mașinile de suprafinisat plan (fig. 2.40) se construiesc atît verticale cît și orizontale. Mașinile verticale cu masa rotundă rotativă *1*, asigură fixarea pieselor pe un platou magnetic *2*. Axul principal *3*, al sculei de suprafinisat, se rotește în sens invers față de mișcarea platoului și execută concomitent atît mișcarea orizontală rectilinie oscilatorie, cît și mișcarea orizontală lentă. Sculele *5* pentru suprafinisat sînt pietre abrazive oală.

Mișcarea orizontală lentă se asigură cu ajutorul saniei *4* pe care se găsește fixat atît motorul electric *6* cît și scula de suprafinisat *5*.

Cu aceste mașini se pot prelucra suprafețele plane ale pieselor unde se cere o calitate a suprafeței foarte bună.

2.7.5. **Dispozitive de suprafinisare.** În cazul cînd procurarea unor mașini de suprafinisat nu este posibilă, atunci

se utilizează dispozitive de suprafinisare (fig. 2.41), care se pot monta pe strung sau pe mașini de rectificat și care constau din placa de bază cu coloană *2* pentru fixarea pe

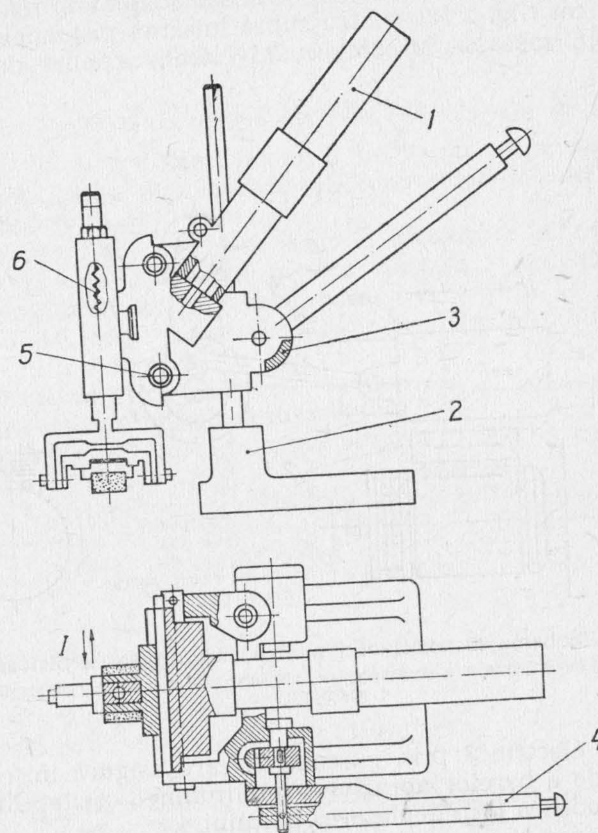


Fig. 2.41. Dispozitiv de suprafinisare care se poate monta pe strung sau pe mașină de rectificat:

I — mișcare oscilatorie.

mașină, corpul dispozitivului *3*, reglabil în înălțime, pe care se află motorul electric *1* cu mecanismul cu excentric pentru realizarea mișcărilor oscilatorii, maneta *4* pentru ridicarea capului de suprafinisat, ghidajele *5* pentru asigu-

rarea mişcărilor oscilatorii şi arcul *6* pentru apăsarea barelor abrazive pe suprafaţa piesei.

Durata operaţiei de suprafinisare este de 0,5—1 min.

Un alt dispozitiv de suprafinisat adaptat la maşina de rectificat (fig. 2.42) pentru suprafinisarea pistoanelor constă din mecanismul bielă-manivelă *2*, acţionat de către

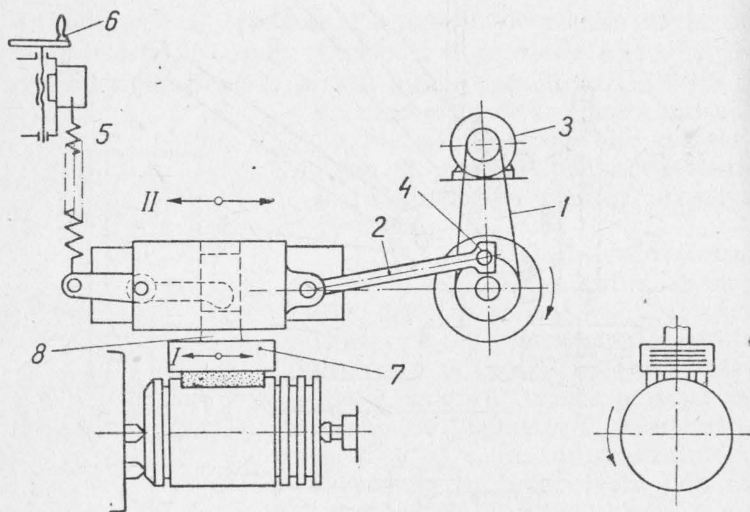


Fig. 2.42. Schema dispozitivului pentru suprafinisarea pistoanelor: *I* — deplasarea axială a segmenţilor abrazivi; *II* — mişcarea oscilatorie a segmenţilor.

motorul electric *3* prin cureaua *1*, care asigură mişcarea oscilatorie a barelor abrazive. Amplitudinea oscilaţiilor se poate modifica prin deplasarea bolţului *4*.

Apăsarea barelor abrazive pe piesă este asigurată prin arcul 5, reglabil prin mecanismul *6*. Partea activă a capului constă din 10 segmenţi 7 de grosime de 2...3 mm, care au o oarecare libertate de mişcare în direcţia verticală, ceea ce permite autoreglarea lor pe suprafaţa de prelucrat.

Apăsarea pe segmenţi se transmite prin garnitura elastică *8*.

2.8. PROBLEME REZOLVATE

2.8.1. Să se calculeze avansul de trecere s_t (longitudinal) la rectificarea exterioară, cunoscînd lăţimea sculei B_D=50 mm.

Rezolvare: din tabelul 2.5 se alege: β_t=0,6 pentru degroşare,

$$s_t=\beta_t \cdot B_D=0{,}6 \cdot 50=30 \text{ mm/rot.}$$

2.8.2. Să se calculeze avansul de trecere (transversal) s_t la rectificarea plană orizontală, cunoscînd lăţimea discului abraziv B_D=30 mm.

Rezolvare: β_t este coeficient de rectificare plană orizontală şi este 0,2...0,4 pentru finisare; rezultă $s_t=\beta_t \cdot B_D=0{,}3 \cdot 30=9$ mm/cursă masă.

2.8.3. Un disc abraziv cu diametrul D=250 mm, execută rectificarea plană a unei suprafeţe cu turaţia n=3 100 rot/min.

Să se determine viteza de aşchiere.

Rezolvare: se aplică formula vitezei:

$$v=\frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1\,000} \text{ prin înlocuire rezultă:}$$

$$v=\frac{3{,}14 \cdot 250 \cdot 3\,100}{60 \cdot 1\,000}=40{,}4 \text{ m/s.}$$

2.8.4. Un disc abraziv cu diametrul de 350 mm, trebuie să aşchieze cu o viteză de aşchiere v=40 m/s. Se cere să se afle turaţia discului abraziv.

Rezolvare: se aplică formula turaţiei:

$$n=\frac{60 \cdot 1\,000 \cdot v}{\pi \cdot D}=\frac{60 \cdot 1\,000 \cdot 40}{3{,}14 \cdot 350}=2\,183 \text{ rot/min.}$$

2.8.5. Să se calculeze viteza de rotaţie a unei piese cu diametrul d=50 mm, ce se rectifică pe o maşină de rectificat exterior avînd turaţia n=220 rot/min.

Rezolvare: se aplică formula vitezei:

$$v_s=\frac{\pi \cdot d \cdot n}{1\,000}=\frac{3{,}14 \cdot 50 \cdot 220}{1\,000}=34{,}5 \text{ m/min.}$$

2.8.6. Să se calculeze secţiunea medie a aşchiei la rectificarea exterioară cunoscînd:

— viteza tangenţială a piesei v_s=40 m/min;
— avansul de trecere s_t=30 mm/rot;
— adîncimea de aşchiere s_p=0,08 mm;
— viteza de aşchiere v=30 m/s.

Rezolvare: se aplică formula secţiunii medii:

$$q_m=\frac{v_s\cdot s_p\cdot s_t}{v}=\frac{40\ \text{m/min}\cdot 0{,}08\ \text{mm}\cdot 30\ \text{mm/rot.}}{30\ \text{m/s}}=$$

$$=\frac{40\,000\ \text{mm/min}\cdot 0{,}08\ \text{mm}\cdot 30\ \text{mm/rot.}}{30\,000\cdot 60\ \text{mm/min}}=0{,}05\ \text{mm}^2.$$

Secţiunea medie a aşchiei este secţiunea totală a aşchiei scoase la un moment dat de toate granulele ce aşchiază.

2.8.7. Să se calculeze puterea de aşchiere P_e la rectificarea plană orizontală a unei piese de oţel, cunoscînd:

Viteza avansului principal v_s=20 m/min;
Avansul de trecere s_t=20 mm/cursă masă;
Adîncimea de aşchiere s_p=0,05 mm;
Viteza de aşchiere v=25 m/s.

Rezolvare: din tabelul 2.2 se alege apăsarea specifică de aşchiere pentru oţel p=1 600 da N/mm².

Se aplică formula forţei de aşchiere:

$$F_z=p\,\frac{v_s\cdot s_p\cdot s_t}{v}=\frac{1\,600\cdot 20\,000\cdot 0{,}05\cdot 20}{25\,000\cdot 60}=21{,}3\ \text{da N}.$$

Puterea necesară de aşchiere este dată de relaţia:

$$P_e=P_z\cdot v=21{,}3\cdot 25\cdot 60=3\,150\ \text{da N m/min}.$$

Exprimată în CP (cai putere) şi kW (kilovaţi):

$$P_e=\frac{F_z\cdot v}{75\cdot 60}=\frac{3\,150}{75\cdot 60}=0{,}7\ [\text{CP}].$$

$$P_e=\frac{F_z\cdot v}{6\,000}=\frac{3\,150}{6\,000}=0{,}52\ [\text{kW}].$$

2.8.8. Să se calculeze timpul de funcţionare util t_b pentru rectificarea între vîrfuri a unei piese din oţel necălit cunoscînd: diametrul d=60 mm, lungimea l=350 mm, adausul de rectificare h=0,5 mm, adîncimea de rectificare la o cursă s_p=0,05 mm, turaţia piesei n_p=180 rot/min, lăţimea discului abraziv B_D=50 mm.

Rezolvare: se aplică formula din tabelul 2.9 cu avans de trecere pentru fiecare cursă simplă a mesei:

$$t_b=\frac{L}{\beta_t\cdot B_D\cdot n_p}\cdot\frac{h}{s_{pc}}\cdot K=\frac{370}{0{,}5\cdot 50\cdot 180}\cdot\frac{0{,}5}{0{,}05}\cdot 1{,}7=1{,}3\ \text{min}.$$

$$L=l+0{,}4\,B_D=350+0{,}4\cdot 50=350+20=370\ \text{mm}.$$

2.8.9. Să se calculeze timpul de funcţionare util t_b pentru rectificarea plană a 12 buc. piese simultan, din oţel cunoscînd: lungimea a 4 piese l=550 mm, lăţimea a 3 piese B_p=180 mm, viteza avansului principal v_s=16 m/min, lăţimea sculei abrazive B_D=35 mm, adaosul de rectificare h=0,6 mm.

Rezolvare: din tabelul 2.11 cînd $B_D<B_p$ se aplică formula, pentru fiecare cursă simplă de trecere:

$$t_b=\frac{l+l_1+l_2}{1\,000\cdot v_s}\cdot\frac{B_p+B_D+5}{\beta_t\cdot B_D}\cdot\frac{h}{s_p}\cdot\frac{1}{u}\cdot k;$$

se obţine:

$$t_b=\frac{550+15}{1\,000\cdot 16}\cdot\frac{180+35+5}{0{,}4\cdot 35}\cdot\frac{0{,}6}{0{,}03}:\frac{1}{12}\cdot 1{,}20=1{,}10\ \text{min/buc.}$$

2.8.10. Să se determine norma tehnică de timp pentru rectificarea unui lot de 240 buc. piese pe maşina de rectificat plan cu ax orizontal cu datele de la problema 2.8.9.

Rezolvare: se aplică relaţia normei de timp:

$$N_T=\frac{T_{pi}}{u}+t_b+t_a+T_{dl}+t_{on}.$$

— timpul de pregătire încheere pe lot se ia din normative T_{pi}=30 min;

— timpul ajutător se alege din normative t_a=0,90 min/buc.;

— timpul de deservire a locului de muncă $T_{dl}= \frac{4}{100}$;

$T_{op}= \frac{4}{100} \cdot (t_b+t_a)= \frac{4}{100} \cdot (1{,}10+0{,}90)= \frac{4 \cdot 2}{100} =0{,}08$ min/buc.;

— timpul de odihnă și necesități firești $t_{on}= \frac{12}{100}\ T_{op}=$

$= \frac{12}{100} \cdot 2= \frac{24}{100} =0{,}24$ min/buc.

$N_T= \frac{30}{240} +1{,}10+0{,}90+0{,}08+0{,}24=2{,}44$ min/buc.

2.8.11. Care sînt dimensiunile limită ale unei găuri al cărei diametru este indicat pe desen cu valoarea $24 \pm 0{,}20$ mm.

Rezolvare:

$D_{max}=24+0{,}20=24{,}20$ mm;

$D_{min}=24-0{,}20=23{,}80$ mm.

2.8.12. Care sînt dimensiunile limită, maxime și minime, ale unei piese a cărei dimensiune nominală este 102 mm, dacă abaterea superioară este 0,07 mm și cea inferioară — 0,02 mm?

Rezolvare:

$D_{max}=102+0{,}07=102{,}07$ mm;

$D_{min}=102-0{,}02=101{,}98$ mm.

2.8.13. Care este dimensiunea limită maximă a lățimii unui canal de pană, dacă pe desen se indică lățimea $100^{\ 0}_{-0{,}25}$.
Dar dimensiunea minimă?

Rezolvare:

$D_{max}=110-0=110$ mm;

$D_{min}=110-0{,}25=109{,}75$ mm.

2.8.14. Pe partea *NT* a unui calibru tampon neted este indicată dimensiunea 80,532, iar pe partea *T* dimensiunea 80,495. Să se determine toleranța la confecționarea găurii pentru care este destinat calibrul.

Rezolvare: $T=80{,}532-80{,}495=0{,}037$ mm.

2.8.15. Pentru determinarea cît mai precisă a diametrului unui arbore, s-au făcut patru măsurări obținîndu-se următoarele rezultate: $D_1=42{,}25$ mm; $D_2=42{,}28$ mm; $D_3=42{,}21$ mm; $D_4=42{,}30$ mm. Care va fi valoarea considerată ca măsură a diametrului?

Rezolvare: se face media aritmetică:

$$D= \frac{D_1+D_2+D_3+D_4}{4} = \frac{42{,}25+42{,}28+42{,}21+42{,}30}{4} =42{,}26 \text{ mm.}$$

3. CUNOŞTINŢE PENTRU CATEGORIA A TREIA DE CALIFICARE

3.1. VERIFICAREA COAXIALITĂŢII VÎRFURILOR MAŞINILOR DE RECTIFICAT EXTERIOR

Vîrfurile sînt elemente de susţinere a piesei în timpul prelucrării prin rectificare exterioară a suprafeţelor cilindrice şi conice.

Înainte de a se monta vîrfurile în cele două păpuşi ale maşinii de rectificat rotund exterior, locaşurile în care intră se vor curăţa de murdărie şi de praf. La fel se va şterge şi coada conică a vîrfurilor şi numai după aceia se introduc în alezajele conice ale păpuşilor.

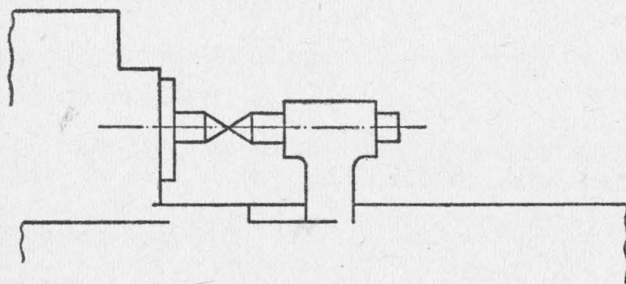


Fig. 3.1. Verificarea coaxialităţii prin apropierea vîrfurilor.

Verificarea coaxialităţii vîrfurilor pe maşinile de rectificat rotund exterior se poate face prin două metode:

1. Verificarea prin observaţie a coaxialităţii vîrfurilor se face prin apropierea păpuşii mobile cu vîrful montat pînă cînd cele două vîrfuri se ating (fig. 3.1). Prin atingerea lor se poate observa dacă sînt coaxiale sau nu. Dacă unul dintre vîrfuri este deplasat faţă de axă în plan vertical sau orizontal, înseamnă că vîrful are bătaie.

În acest caz se va curăţa încă o dată şi mai îngrijit locaşul vîrfurilor şi se va controla dacă pe suprafaţa cozii vîrfurilor nu sînt urme de lovituri.

Aceasta este o metodă mai puţin precisă.

2. Verificarea coaxialităţii vîrfurilor pe maşini de rectificat exterior se poate efectua foarte precis cu ajutorul dornului de control şi al comparatorului (fig. 3.2).

Se fixează dornul de control între cele două vîrfuri ale păpuşilor în aşa fel ca el să se poată roti uşor în găurile de centrare perfect coaxiale.

Comparatorul fixat în soclu se aşază pe masa maşinii de rectificat. Se fixează palpatorul comparatorului pe generatoarea cilindrului şi după aceea se mişcă masa maşinii longitudinal pe întreaga lungime a dornului. Abaterea admisă pe această lungime nu poate să fie mai mare de 0,005 mm.

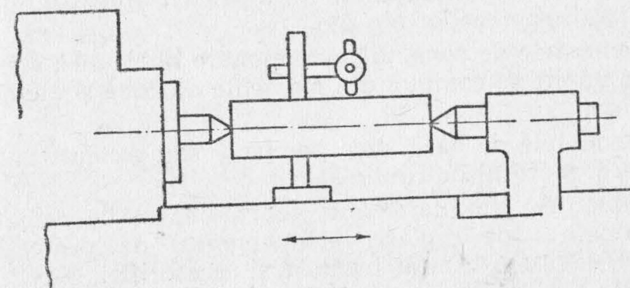


Fig. 3.2. Verificarea coaxialităţii cu ajutorul dornului de control.

În caz că abaterea este mai mare, atunci se vor face ajustările necesare pînă cînd se vor aduce vîrfurile la valoarea abaterii de la coaxialitatea prescrisă.

Prin această metodă se pot verifica abaterile de la coaxialitate atît în plan vertical, cît şi în plan orizontal.

3.2. ELEMENTELE SISTEMULUI DE ACŢIONARE HIDRAULICĂ A MAŞINILOR DE RECTIFICAT

Organele de comandă ale maşinilor de rectificat asigură desfăşurarea procesului de prelucrare după criterii bine stabilite, cum ar fi: uşurarea muncii fizice, mărirea productivităţii muncii şi creşterea preciziei pieselor prelucrate.

Dispozitivele de comandă ale acestora cuprind elemente de comandă, elemente de transmitere a semnalului (impulsului) şi elemente de acţionare, formînd circuitul de comandă.

Elementele de comandă pot fi manuale (manivele, pîrghii, roţi de mînă, butoane etc.) şi automate (mecanice, hidraulice, pneumatice, electrice, combinate etc.).

Elementele de comandă cele mai des întîlnite în construcţia maşinilor de rectificat sînt cele cu acţionare hidraulică şi electrohidraulică (combinate).

Avantajele pe care le prezintă faţă de alte sisteme constau în faptul că permit posibilităţi de reglare fără trepte a vitezei, avansului, a inversării mişcării, a automatizării comenzilor etc.

Elementele de comandă cu acţionare hidraulică ale maşinilor unelte se compun din elemente de bază şi elemente auxiliare.

Elementele de bază sînt: pompa *P* sau generatorul hidraulic şi motorul hidraulic *MH*.

Elementele auxiliare sînt: echipamentul de comandă, echipamentul de reglare, echipamentul de protecţie şi control, echipamentul de legătură şi accesoriile.

În întreg sistemul circulă un debit de ulei sub presiune, pus în mişcare de o pompă, de ulei care acţionează motorul hidraulic.

La ieşirea din motorul hidraulic *MH* uleiul poate fi dirijat direct spre *P* (fig. 3.3, *a*) sau spre rezervorul R_z (fig. 3.3, *b*) din care pompa îl aspiră şi îl retrimite spre motor.

În primul caz, sistemul se numeşte cu circuit închis, cantitatea de ulei din sistem fiind tot timpul în mişcare,

în timp ce sistemele hidraulice cu rezervor se numesc cu circuit deschis, unde cantitatea de ulei este mai mare decît cea necesară umplerii instalaţiei.

Motorul hidraulic transformă energia cinetică a uleiului primit de la pompă, în lucru mecanic, fie printr-o

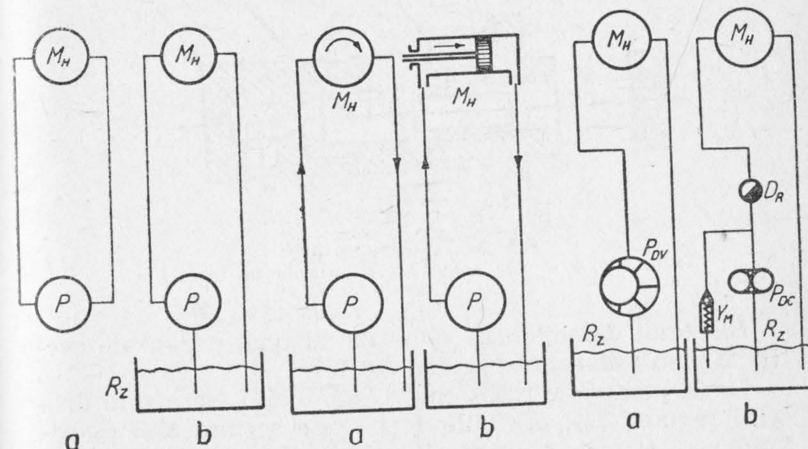


Fig. 3.3. Circuit hidraulic:
a — închis; *b* — deschis.

Fig. 3.4. Circuit hidraulic pentru obţinerea mişcării:
a — circulară; *b* — rectilinie.

Fig. 3.5. Sisteme hidraulice cu pompă:
a — debit variabil; *b* — debit constant.

mişcare de rotaţie (fig. 3,4, *a*), fie printr-o mişcare rectilinie alternativă (fig. 3.4, *b*) după felul motorului utilizat.

Viteza motorului hidraulic depinde de cantitatea de ulei primită în unitatea de timp. Sistemele hidraulice ale maşinilor unelte se împart în două grupe distincte:

— sisteme hidraulice cu pompă cu debit variabil P_{DV} (fig. 3,5, *a*);

— sisteme hidraulice cu pompă cu debit constant P_{DC} (fig. 3.5, *b*).

Un dispozitiv special, montat în circuitul hidraulic numit drosel *Dr* (fig. 3.6) permite trecerea către motorul hidraulic numai a unei anumite cantităţi de ulei, uşor regla-

bile, în timp ce restul de ulei debitat de pompă se scurge în rezervor prin intermediul unui ventil maximal. În acest caz se folosește o pompă cu debit constant.

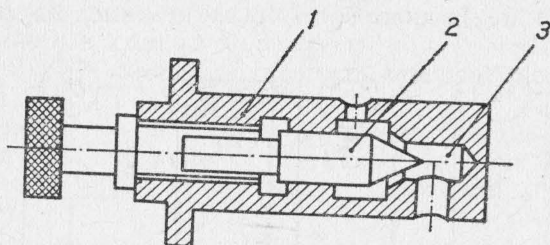


Fig. 3.6. Drosel cu arc:
1 — arc; 2 — tijă conică; 3 — orificiu de trecere a uleiului.

Sistemul de acționare hidraulic al unei mașini de rectificat plan este reprezentat în fig. 3.7.

De la pompa cu roți dințate P_{DC}, uleiul trece prin droselul reglabil D_R, orificiile *1* și *2* ale sertărașului distribuitor S_D și prin *1* ajunge în stînga pistonului motorului hidraulic M_H, deplasîndu-l spre dreapta. Uleiul din fața pistonului trece prin *4* și *3* (S_D) în rezervor.

Sertărașul distribuitor S_D este acționat hidraulic și se află în poziția din schemă, datorită faptului că opritorul O_2 al mesei, în cursa precedentă spre stînga, a deplasat sertărașul de comandă S_c în poziția arătată în aceiași schemă, astfel că uleiul de la pompă a trecut prin *1* și *3* (S_D) în stînga sertărașului S_D pe care l-a deplasat în poziția în care se află.

Sertărașul de comandă S_C poate fi acționat și cu ajutorul unor electromagneți, caz în care opritorii O_1 și O_2 ai mesei, la capetele de cursă, închid niște microîntrerupători. În orice caz, sertărașul de comandă trebuie acționat și manual.

La capătul cursei spre dreapta, opritorul O_1 al mesei deplasează sertărașul de comandă S_D spre stînga. Ca urmare, uleiul de la pompă trece prin *1* și *2* (S_C) în dreapta sertărașului distribuitor S_D pe care îl deplasează spre stînga. În această poziție uleiul de la drosel trece prin

1 și *4* (S_D) spre cilindru, deplasînd pistonul acestuia spre stînga. Uleiul din fața pistonului trece prin *2* și *3* (S_D) în rezervor.

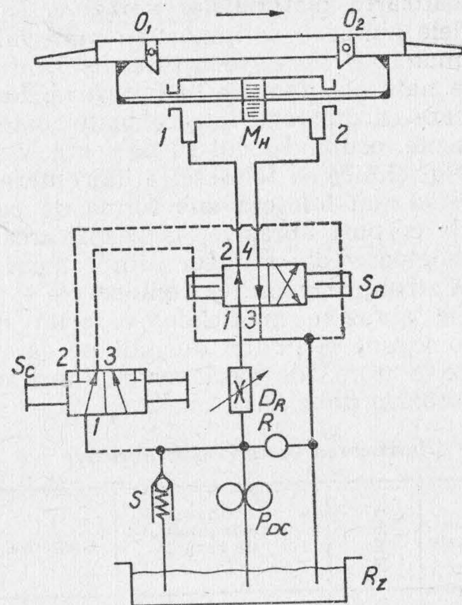


Fig. 3.7. Schema hidraulică a unei mașini de rectificat plan.

Pentru oprirea mesei se folosește robinetul *R*, care prin rotire manuală, face ca uleiul debitat de pompă să se înapoieze în rezervor, fără a mai trece prin sistemul hidraulic al mașinii.

3.3. CARACTERISTICILE DISCURILOR ABRAZIVE

Discurile abrazive în general se caracterizează prin:
— natura materialului abraziv din care se compune corpul;
— granulația, adică după mărimea granulelor abrazive;
— natura liantului care leagă granulele abrazive;

— duritate;
— structura discului de rectificat;
— forme și dimensiuni.

3.3.1. **Clasificarea materialelor abrazive.** După natura lor, materialele abrazive se împart în materiale abrazive naturale și materiale abrazive artificiale. Dintre materialele abrazive naturale, folosite în industrie, face parte și diamantul, care ca duritate, întrece toate materialele abrazive cunoscute, ocupînd locul 10 pe scara Mohs.

Diamantele tehnice se folosesc la îndreptarea pietrelor abrazive. Ele se mai folosesc, sub formă de pulbere, sau sub formă de corpuri abrazive, la rectificarea și finisarea fețelor tăietoare ale sculelor din carburi metalice, precum și la strunjire, alezare, honuire etc.

Materialele abrazive artificiale, datorită compoziției lor chimice omogene și înaltei durități pe care o au, reprezintă materia primă de bază pentru fabricarea diferitelor scule abrazive (tabel 3.1).

Tabelul 3.1

Clasificarea materialelor abrazive

Denumirea materialului abraziv	Simbol	Conținutul componentului de bază %	Domeniul de utilizare
Electrocorindon normal	*E*	87...97 Al_2O_3 (oxid de aluminiu)	Rectificarea pieselor din oțel, fontă maleabilă sau bronzuri dure
Electrocorindon nobil	E_n	96...99 Al_2O_3 (oxid de aluminiu)	Rectificarea de finisare a pieselor din oțel
Carbură de siliciu verde	*Cv*	min 97 SiC (carbură de siliciu)	Rectificarea și ascuțirea sculelor cu plăcuțe din carburi metalice
Carbură de siliciu neagră	C_n	min 95 SiC (carbură de siliciu)	Rectificarea pieselor din fontă aluminiu, aliaje de cupru sau materiale nemetalice (ebonită, fibre)

Tabelul 3.2

Numărul de granulație

GRUPA		Numărul de granulație după: sistemul metric	țoli	Dimensiunile granulelor în microni
		a	b	c
Granule	1	200	10	2 500...2 000
	2	160	12	2 000...1 600
	3	125	16	1 600...1 250
	4	100	20	1 250...1 000
	5	80	24	1 000...800
	6	63	30	800...630
	7	50	36	630...500
	8	40	46	500...400
	9	32	54	400...315
	10	25	60	315...250
	11	20	70	250...200
	12	16	80	200...160
pulberi	13	12	100	160...125
	14	10	120	125...100
	15	8	150	100...80
	16	6	180	80...63
	17	5	230	63...50
	18	4	280	50...40
micropulberi	19	M40	320	—
	20	M28	400	—
	21	M20	500	—
	22	M14	600	—
	23	M10	700	—
	24	M 7	800	—
	25	M 5	900	—

Granulele de carbură de siliciu au o fragilitate mai mare decît granulele electrocorindonului, din care cauză carbura de siliciu se folosește în special la prelucrarea materialelor cu o rezistență la rupere mai mică, cum sînt fontele cenușii, oțelurile dure, carburile metalice etc.

3.3.2. **Numărul de granulație.** Pentru folosirea materialelor abrazive la confecționarea pietrelor, ele trebuie supuse mai întîi unor operații de prelucrare (concasare, măcinare la umed, tratare chimică, calcinare, sortare după granulație).

Granulația materialelor abrazive conform STAS 1753-76 se împarte după dimensiuni, în trei grupe: granule, pulberi și micropulberi (tabelul 3.2).

Numărul de granule indicat în tabelul 3.2, în sistemul metric, reprezintă limita minimă a dimensiunilor granulelor și pulberilor în sutimi de milimetru, precum și limita maximă a dimensiunilor granulelor pentru micropulberi în microni (μm). Cifrele fiind precedate în acest caz de litera *M*.

Granulația sculei de rectificat, necesară unei anumite prelucrări, depinde de proprietățile materialului ce urmează a fi prelucrat, la materiale dure și friabile se folosește granulația fină, iar la materialele mai maleabile, granulația mai mare.

Numărul de granulație a corpului abraziv determină și rugozitatea suprafeței rectificate care se arată în tabelul 3.3.

Tabelul 3.3

Rugozitatea suprafețelor R_a, μm				
6.3 ▽	3.2 ▽	1.6 ▽	0.8 ▽	0.4 ▽
Numărul de granulație a corpului abraziv				
80...50	40...32		25...16	

3.3.3. **Lianți folosiți la pietrele abrazive.** Liantul are rolul de a lega granulele abrazive, în așa fel încît să asigure sculei abrazive, o anumită rezistență mecanică și capacitate de așchiere (tabelul 3.4).

Tabelul 3.4

Lianți folosiți la pietrele abrazive

Grupa	Subgrupa	Liant – Denumirea	Liant – Simbol	Caracteristici
Anorganici	Ceramici	Ceramic	*C*	— Amestec de: argilă, feldspat, cuarț și caolin ars la 1200...1300°C — Elasticitate și rezistență limitată: — Rezistență la apă și la o parte din acizi și uleiuri — Aderență mare față de granula abrazivă
	Minerali	De silicat	—	— Silicați fluizi care se întăresc la 200°C — Elasticitate superioară — Rezistență mecanică scăzută
		De magnezit	*M*	— Oxiclorură de magneziu și oxid de magneziu — Rezistență mecanică relativ mică și sensibilitate la umiditate
Organici	Lacuri	Din șerlac		
	Rășini sintetice	Din bachelită	*B*	— Cel mai utilizat liant organic — Rășini fenalice în stare lichidă, sare de pulbere — Aderență mică față de granula abrazivă
	Cauciuc	Din cauciuc (vulcanită)	*V*	Cauciuc natural / Cauciuc sintetic: — Complexitate și elasticitate mare: — Discuri de tăiere rapidă

Pentru majoritatea lucrărilor se utilizează scule abrazive cu liant ceramic, pretîndu-se, mai ales la operații executate cu răcire. Liantul ceramic, avînd rezistența mecanică și elasticitatea limitate, se utilizează la viteze de așchiere de 30—40 m/s, la operația de degroșare, finisare și rectificare de profiluri.

Discurile abrazive cu liant de bachelită sînt întrebuințate la operații de degroșare și în general la prelucrări, care se execută cu viteze de așchiere ridicate (pînă la 50 m/s).

Liantul de bachelită, în timpul prelucrării, încălzește mai puțin piesa de rectificat decît liantul ceramic, pentru că liantul de bachelită la 200°C arde, eliberînd granule uzate.

3.3.4. **Duritatea sculelor abrazive.** Prin duritatea sculei abrazive se înțelege rezistența pe care o opune complexul liant-abraziv, acțiunii de smulgere a granulei abrazive, datorită eforturilor care se nasc în timpul prelucrării.

Duritatea sculei abrazive se referă numai la modul de legare a granulelor abrazive și nu trebuie confundată cu duritatea granulelor ca atare.

După STAS 1469-57 duritatea corpurilor abrazive se exprimă cu ajutorul unor litere mari din alfabetul latin, stabilindu-se cinci grupe principale de duritate, fiecare avînd cîte 3 ... 4 grade de duritate intermediare (tabelul 3.5).

În cazul cînd duritatea discului abraziv este mai mare decît cea necesară, granulele abrazive, chiar după tocirea

Tabelul 3.5

Duritatea corpurilor abrazive

Grupa de duritate				
Foarte moale	Moale	Mijlocie	Tare	Foarte tare
Gradul de duritate				
E, F, G	*H, I, J, K*	*L, M, N, O*	*P, Q, R, S*	*T, U, V*

lor, vor fi reținute de liant, ducînd la lustruirea pietrei și încălzirea suprafeței piesei, reclamînd ascuțiri frecvente. Cînd duritatea discului abraziv este mai mică decît cea necesară, granulele abrazive se desprind înainte de a fi tocite, fapt ce duce la uzură prematură a sculei abrazive și la o rugozitate exagerată.

3.3.5. **Structura sculelor abrazive.** Prin structura sculelor abrazive se înțelege raportul cantitativ dintre volumul granulelor abrazive, al liantului și al porilor (tabel 3.6).

Tabelul 3.6

Structura corpurilor abrazive

Structura	Foarte densă	Densă	Cu desime mijlocie	Rară	Foarte rară	Poroasă
Raportul dintre volumul porilor și volumul total al corpului abraziv	15%	20%	25%	30%	35%	40%

Două discuri de rectificat de aceiași duritate și de aceiași granulație, dar de structură diferită, vor lucra diferit: cea cu porii rari, deci cu structură rară, va tăia mai bine, se va lustrui mai greu dar se va uza mai repede decît cea cu porii mai mici, deci structură mai densă.

3.3.6. **Formele și dimensiunile corpurilor abrazive.** Formele și dimensiunile corpurilor abrazive se aleg în funcție de metoda de prelucrare, de tipul mașinii de rectificat, de modul de fixare al corpului pe mașină, precum și de dimensiunile și caracteristicile piesei de prelucrat (tabelul 3.7).

3.3.7. **Alegerea corpurilor abrazive în funcție de piesele ce se prelucrează, tratate sau netratate termic.** Alegerea corectă a corpurilor abrazive după materialul ce se prelucrează are o importanță foarte mare din punctul de vedere al productivității și al calității suprafețelor rectificate.

Tabelul 3.7 (continuare)

1	2	3	4	5
14		Piatră bitronconică		3818-76
15	Pietre segment	Piatră segment tip I		3639-76
16	Pietre segment	Piatră segment tip II		3639-76
17	Pietre segment	Piatră segment tip III		3639-76
18	Pietre segment	Piatră segment tip IV		3639-76
19	Pietre pilă	Piatră pilă tip I cu secțiunea pătrată		7284-76

La alegerea durității optime a sculei abrazive necesară unei anumite prelucrări trebuie avute în vedere proprietățile materialului de prelucrat.

Cu cît duritatea piesei ce se rectifică este mai mare, duritatea sculei abrazive trebuie să fie mai mică. Aceasta pentru a permite o dislocare cît mai ușoară a granulelor abrazive care în acest caz se vor toci destul de repede. Pentru rectificarea oțelurilor moi se vor utiliza scule abrazive cu durități medii. În tabelele 3.8, 3.9 și 3.10 se găsesc datele necesare pentru alegerea sculelor abrazive în funcție de piesele ce se prelucrează.

Tabelul 3.8

Rectificarea rotundă — exterioară

Felul operației	Materialul de prelucrat		Suprafața prelucrată – Cu canal de degajare – Caracteristicile sculei abrazive: Materialul abraz.	granulația	duritatea	liantul
Cu avans de trecere	Oțel nealiat		E	25...40	M–O	C
	Oțel călit	HRC 35...50	E, E_n	25...40	L–N	C
	Oțel călit	HRC 50	E, E_n	25...40	L–O	C
	Fontă, aliaje de cupru		—	—	—	—
Cu avans de pătrundere	Oțel necălit		E	25...50	N–P	C
	Oțel călit	HRC 35...50	E, E_n	25...40	M–O	C
	Oțel călit	HRC 50	E, E_n	25...40	M–O	C
	Fontă, aliaje de cupru		—	—	—	—

În ceea ce privește alegerea sculelor abrazive, după structura lor, se ține seama de următoarele: pentru materialele tari și sfărămicioase se aleg pietre cu structură densă și granulații fine, iar pentru materiale moi, elastice, se recomandă granulații mai mari și structură rară. Excepție fac carburile metalice (de tip „widia") care ne-

Tabelul 3.9

Rectificare rotundă — interioară

Felul operației	Materialul de prelucrat		Caracteristicile sculei abrazive			
			Materialul abraziv	Granulația	Duritatea	Liantul
Cu avans de trecere	Oțel necălit		*E*	25...40	*M–N*	*C*
	Oțel călit	*HRC* 35 . . . 50	*E*	16...40	*L–M*	*C*
		HRC 50	*E* E_n	16...50	*K–L*	*C*
	Fontă, aliaje de cupru		C_n	40	*K–L*	*C*

Tabelul 3.10

Rectificare plană

Felul operației	Materialul de prelucrat		Caracteristicile sculei abrazive			
			materialul abraziv	Granulația	Duritatea	Liantul
Cu partea periferică a pietrei abrazive	Oțel necălit		*E*	40...50	*L –M*	*C*
	Oțel călit	*HRC* 35 . . . 50	*E*	25...50	*K–L*	*C*
		>*HRC* 50	*E*	25...40	*K–L*	*C*
	Fontă aliaje de cupru		*Cn*	40...50	*L –M*	*C*
Cu partea frontală a pietrei abrazive	Oțel necălit		*E*	40...50	*L –M*	*C*
	Oțel călit	*HRC* 35 . . . 50	*E*	40...50	*K–L*	*C*
		>*HRC* 50	*E*	25...40	*K–L*	*C*
	Fontă aliaje de cupru		*Cn*	40...50	*K–L*	*C*

cesită pietre cu structură rară și granulație mare. Pietre cu structură rară se întrebuințează la lucrări de degroșare cu adîncime mare de tăiere sau pentru rectificarea suprafețelor plane.

3.4. RECTIFICAREA PLANĂ

3.4.1. **Rectificarea plană orizontală.** La mașinile de rectificat plan piesa este fixată pe platoul electromagnetic, care, împreună cu masa execută și avansul longitudinal, iar discul abraziv, avînd imprimată mișcarea de rotație, atacă piesa fie cu periferia ei, fie cu partea frontală a acesteia.

Principiul de lucru al mașinilor de rectificat plan orizontale. Mașinile de rectificat plan orizontale, lucrînd cu periferia discului de rectificat sau cu partea frontală a acestuia, apar în cîteva variante constructive:

— cu masă deplasabilă transversal;

— cu coloană deplasabilă transversal;

— cu capul de rectificat deplasabil transversal;

— cu masa portpiesă rotativă.

a) Mașinile de rectificat plan orizontale cu masa dreptunghiulară deplasabilă transversal (fig. 3.8) dispun de un batiu cu coloană *1*, pe care se găsește masa portpiesă *3* care asigură avansul longitudinal alternativ, masa inferioară *4* care efectuează avansul transversal, capul de rectificat *2* care execută și avansul de pătrundere. Piesele mici se fixează pe platoul magnetic sau în dispozitive speciale montate pe masa mașinii. În mod obișnuit masa este acționată hidraulic. Viteza cursei de lucru poate varia între 0 și 20 m/min. La acest tip de mașini, axul

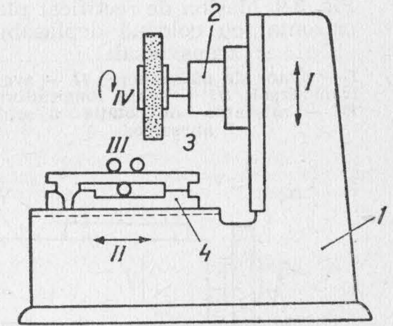


Fig. 3.8. Mașină de rectificat plan orizontal cu masa deplasabilă transversal:

I — avans de pătrundere; *II* — avans transversal; *III* — avans longitudinal; *IV* — mișcarea de rotație a discului abraziv.

portsculă este legat direct cu axul motorului electric. Pentru variaţia turaţiei, legătura dintre motorul electric şi axul portsculă se face prin curele trapezoidale.

b) Maşinile de rectificat plan orizontale cu masa dreptunghiulară şi cu coloana deplasabilă transversal (fig. 3.9) constau din batiul *1* pe care se află masa *4* cu mişcare de avans longitudinală alternativă, coloana *3* deplasabilă transversal, păpuşa portpiatră *2* cu avansul de pătrundere. La maşinile mari, masa are ghidajele direct pe batiu.

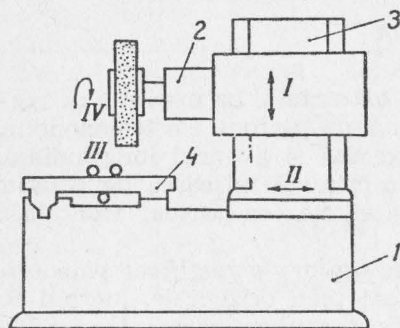


Fig. 3.9. Maşina de rectificat plan orizontal cu coloană deplasabilă transversal:

I — avans de pătrundere; *II* — avans transversal; *III* — avans longitudinal; *IV* — mişcarea de rotaţie a sculei abrazive.

c) Maşina de rectificat plan orizontală cu masa dreptunghiulară şi cu capul de rectificat deplasabil transversal (fig. 3.10) se compune din batiul cu coloană *1* pe care se află masa *4* cu mişcare de avans longitudinală alternativă şi din capul de rectificat *2* cu avans transversal şi avans de pătrundere.

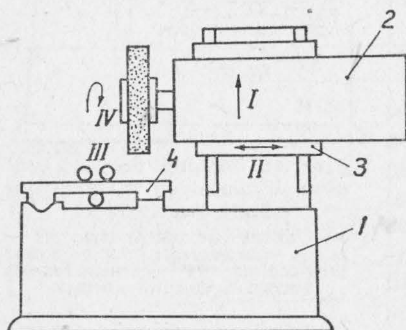


Fig. 3.10. Maşină de rectificat plan orizontal cu păpuşa portsculă deplasabilă transversal:

I — avans de pătrundere; *II* — avans transversal; *III* — avans longitudinal; *IV* — mişcarea de rotaţie a discului abraziv.

d) Maşina de rectificat plan orizontală cu masa rotundă cu ax vertical (fig. 3.11) constă din batiul *1*, capul de rectificat *4* şi masa portpiesă *3* cu suportul ei *2*. Mişcarea de rotaţie şi avansul de pătrundere sînt efectuate de masa rotativă, res-

pectiv de suportul acesteia. Avansul transversal şi mişcarea principală de lucru sînt executate de capul de rectificat. Această categorie de maşini se foloseşte pentru rectificarea pieselor mici. Masa al cărei diametru poate fi 300 ... 750 mm, dispune de un platou magnetic pe care se fixează mai multe piese. Discul abraziv înaintează încet dinspre marginea mesei spre centrul acesteia şi înapoi.

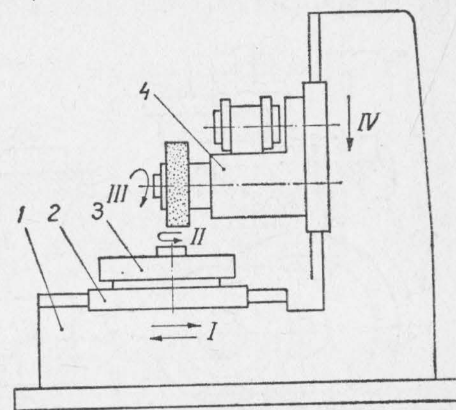


Fig. 3.11. Maşină de rectificat plan orizontal cu masa rotundă cu axă verticală:

I — avans transversal; *II* — mişcarea de rotaţie a mesei; *III* — mişcarea de rotaţie a discului abraziv; *IV* — avans de pătrundere vertical.

3.4.2. Rectificarea plană verticală. Maşinile de rectificat plan verticale se folosesc pentru rectificarea suprafeţelor mari, cu scule abrazive în formă de oală dintr-o bucată sau din mai mulţi segmenţi. Deosebirea în principiul de funcţionare faţă de maşinile de rectificat plan orizontale constă în faptul că scula abrazivă lucrează cu întreaga suprafaţă frontală care cuprinde de obicei întreaga lăţime a piesei. Forţele de aşchiere sînt mai mari, fapt pentru care în timpul lucrului se produce o încălzire puternică a piesei, fiind necesară o răcire abundentă. Dacă nu se face răcirea abundentă, scula se îmbîcseşte repede, pe suprafaţa piesei apar arsuri (zone circulare de culoare neagră) datorită încălzirii excesive şi piesa se deformează.

Maşinile de rectificat plan verticale se deosebesc de cele orizontale printr-o construcţie masivă şi mai ales prin construcţia capului de rectificat, prin intermediul căreia se poate asigura o înaltă productivitate.

Principiul de lucru al maşinilor de rectificat plan verticale. Maşinile de rectificat plan verticale se prezintă în

două variante constructive: cu masă dreptunghiulară şi cu masă rotativă.

La maşinile de rectificat cu masă dreptunghiulară masa execută o mişcare rectilinie alternativă, iar la maşina cu masă rotativă, mişcarea mesei este circulară (fig. 3.12).

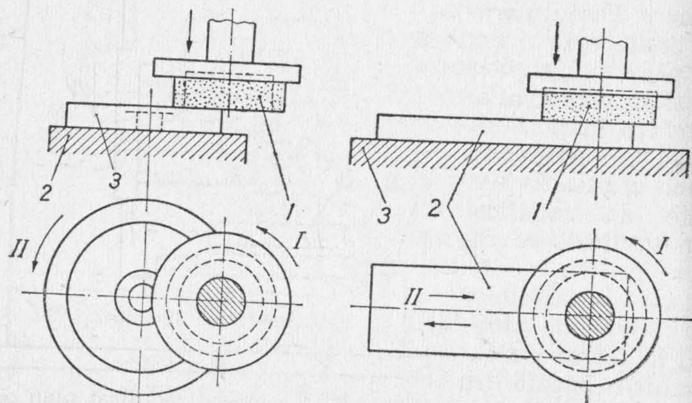


Fig. 3.12. Schema rectificării frontale plane:
1 — segmenţi abrazivi; *2* — masă (rotativă, dreptunghiulară); *3* — piesa de rectificat; *I* — mişcarea de rotaţie a discului abraziv; *II* — mişcarea mesei.

În timpul lucrului piesele se aşază pe un platou electromagnetic ce este fixat cu şuruburi pe masa maşinii.

Maşinile de rectificat plan vertical au axul principal vertical care execută mişcarea principală de aşchiere. Masa de lucru este acţionată mecanic pentru mişcarea de avans rectilinie alternativă sau pentru mişcarea de avans circulară, iar capul de rectificat este acţionat manual sau mecanic şi execută avansul vertical după fiecare cursă a mesei. Scula este antrenată de un motor electric montat pe acelaşi ax cu scula.

Maşina de rectificat plan vertical cu masa rotundă pe lîngă mişcarea de avans circular are şi o mişcare de avans transversal prin masa inferioară.

Maşinile de rectificat plan vertical cu masa dreptunghiulară se compun (fig. 3.13, *a*) din batiul *1* pe care se

află masa dreptunghiulară *4* care efectuează avansul longitudinal, coloana *2* şi capul de rectificat *3* care asigură avansul şi mişcarea principală de aşchiere. Maşinile de rectificat plan vertical cu masa rotativă au mişcarea de rotaţie a mesei în jurul axei verticale (fig. 3.13, *b*) şi constau din batiul cu coloană *1*, capul de rectificat *2* care

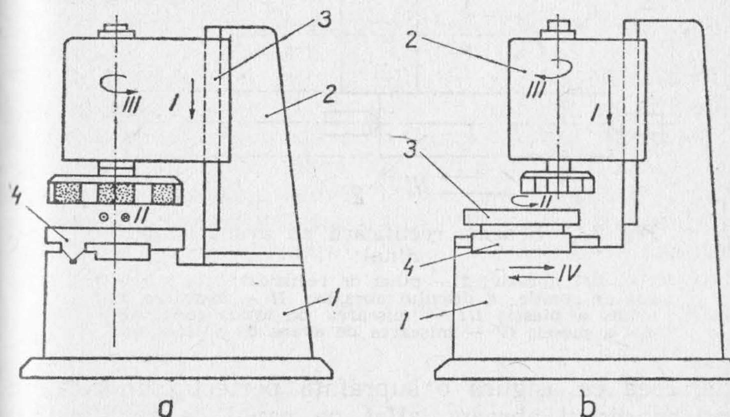


Fig. 3.13. Maşini de rectificat plan vertical:
a — cu masa dreptunghiulară; *b* — cu masa rotativă.

efectuează avansul vertical şi mişcarea circulară şi masa inferioară *4* cu mişcarea de avans transversal.

3.4.3. **Rectificarea exterioară între vîrfuri.** Maşinile de rectificat rotund exterior între vîrfuri, pot prelucra suprafeţe exterioare rotunde, cilindrice, conice (de conicitate mică cu unghi maxim de 10°) şi frontale, acestea din urmă prin avansul transversal al sculei. Maşinile de rectificat rotund exterior între vîrfuri pot asigura o productivitate ridicată, lucrînd obişnuit prin metoda avansului longitudinal (fig. 3.14), pot lucra şi prin metoda avansului de pătrundere (fig. 3.15).

Acţionarea mişcărilor de avans este hidraulică; la alte construcţii, fiecare mişcare dispune de motorul său electric. Caracteristica principală a acestor maşini o formează prezenţa vîrfurilor celor două capete de rectificat (portpiesă şi mobil), care susţin piesa de rectificat.

Principiul de lucru al mașinilor de rectificat rotund exterior între vîrfuri. Piesa prinsă între vîrfurile păpușilor fixate pe masă, primește o mișcare secundară de ro-

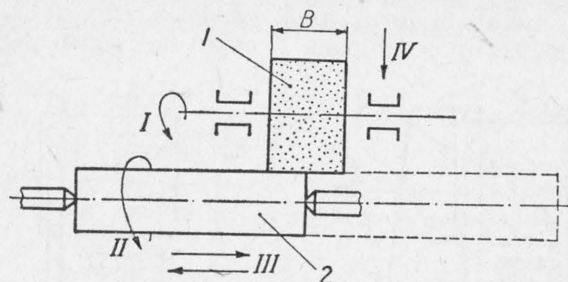


Fig. 3.14. Schema rectificării cu avans longitudinal:

1 — disc abraziv; *2* — piesa de rectificat; *I* — mișcarea de rotație a discului abraziv; *II* — mișcarea de avans a piesei; *III* — mișcarea de avans longitudinal a piesei; *IV* — mișcarea de avans de pătrundere.

tație, ceea ce asigură o suprafață perfect cilindrică, în timp ce discul abraziv, aflat pe capul de rectificat și în contact cu piesa, i se imprimă, de către un motor

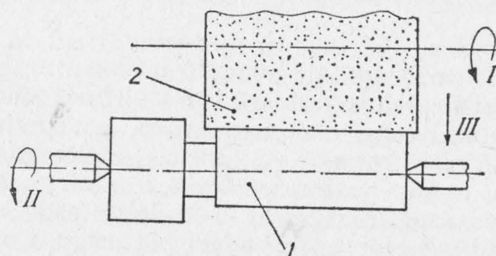


Fig. 3.15. Schema rectificării de pătrundere:

1 — piesa de rectificat; *2* — disc abraziv; *I* — mișcarea de rotație a discului abraziv; *II* — mișcarea de rotație a piesei; *III* — avansul de pătrundere.

electric separat, mișcarea principală de rotație. Avansul longitudinal poate fi executat de piesă, și acesta este cazul general, sau de sculă în cazuri speciale.

Se deosebesc trei variante constructive de mașini de rectificat rotund exterior între vîrfuri, bazate pe același principiu de lucru:

— mașina de rectificat cilindric, cu masă mobilă;

— mașină de rectificat rotund (cilindric și conic), cu masă mobilă;

— mașină de rectificat cilindric, cu cap de rectificat mobil.

1. Mașina de rectificat cilindric între vîrfuri (fig. 3.16) cu masa mobilă *3* dispune de un batiu *4* cu ghidajele *5* pentru masă. Pe masă sînt fixate păpușa portpiesă *7* și păpușa mobilă *8*, iar între vîrfurile acestora se așază piesa *1*. Masa în deplasare rectilinie alternativă, asigură avansul longitudinal, iar păpușa portpiesă, avansul circular (mișcarea secundară). Motorul electric al capului de rectificat *6* imprimă discului abraziv *2* mișcarea principală de rotație și prin unele mecanisme ale mesei avansul

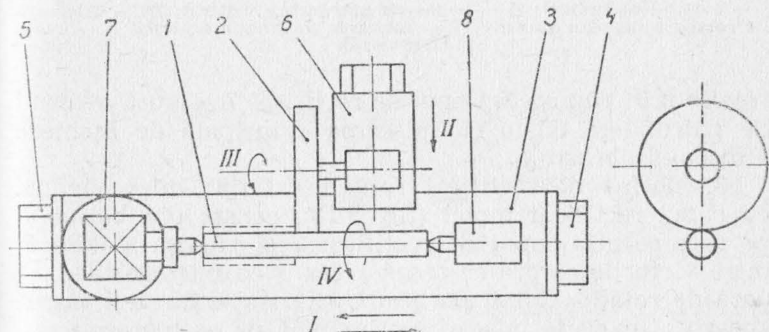


Fig. 3.16. Schema mașinii de rectificat rotund exterior cu masa mobilă:

I — avans longitudinal al mesei; *II* — avans de pătrundere vertical; *III* — mișcarea de rotație a discului abraziv; *IV* — mișcarea de rotație a piesei.

de pătrundere. Piesele sub formă de bucși se pot fixa pe dornuri (fixe sau extensibile), iar acestea între vîrfuri.

2. Mașina de rectificat rotund exterior între vîrfuri, cu masa mobilă și înclinabilă (fig. 3.17), permite prelucrarea exterioară a pieselor cilindrice și conice (cu înclinații pînă la 10°). Mașina constă din masa superioară *5* care se înclină în raport cu masa inferioară *6* și care asi-

gură la rîndul ei avansul longitudinal. Pe masa 5 este fixată păpuşa portpiesă 3 şi păpuşa mobilă 4, între vîrfurile cărora se aşază piesa 1 care primeşte mişcarea de

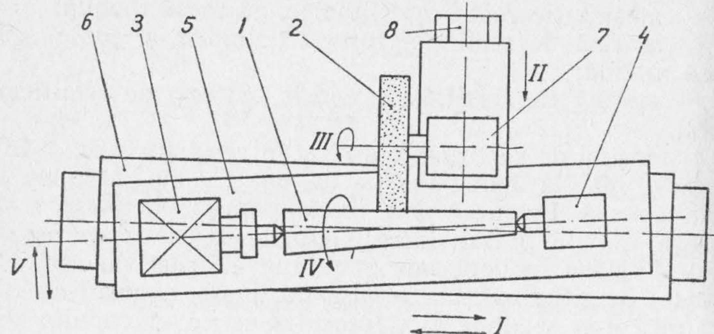


Fig. 3.17. Schema maşinii de rectificat rotund exterior cu masa mobilă şi înclinabilă:

I — avans longitudinal; II — avans de pătrundere vertical; III — mişcarea de rotaţie a discului abraziv; IV — mişcarea de rotaţie a piesei; V — avans transversal.

rotaţie prin păpuşa 3. Capul de rectificat 7 asigură avansul de pătrundere odată cu mişcarea principală de aşchiere a discului abraziv 2.

3. Maşina de rectificat rotund exterior între vîrfuri, cu capul rectificat mobil (fig. 3.18), constă din batiul 9, pe care se află capul de rectificat 7 şi păpuşa mobilă 8, între vîrfurile cărora se aşază piesa 1 cu mişcarea secundară de rotaţie. Capul portsculă 3 cu suportul 4 şi discul abraziv 2 execută mişcarea principală de aşchiere, se deplasează asigurînd avansul longitudinal pe ghidajele 5 şi avansul de pătrundere pe ghidajele 6. Acest tip de maşini se folosesc pentru rectificarea pieselor grele.

3.4.4. Rectificarea rotundă exterioară fără vîrfuri. Maşinile de rectificat fără vîrfuri permit prelucrarea suprafeţelor de rotaţie exterioare, de obicei cilindrice, asigurînd o mare productivitate, deci corespunzătoare în fabricaţia de serie mare şi în masă.

Caracteristica principală a maşinilor de acest tip o formează lipsa vîrfurilor pentru aşezarea piesei, deci lipsa celor două păpuşi: păpuşa portpiesă şi păpuşa mobilă

precum şi prezenţa încă a unui disc abraziv, discul de conducere (antrenare) care asigură avansul circular al piesei, iar în anumite cazuri avansul longitudinal în

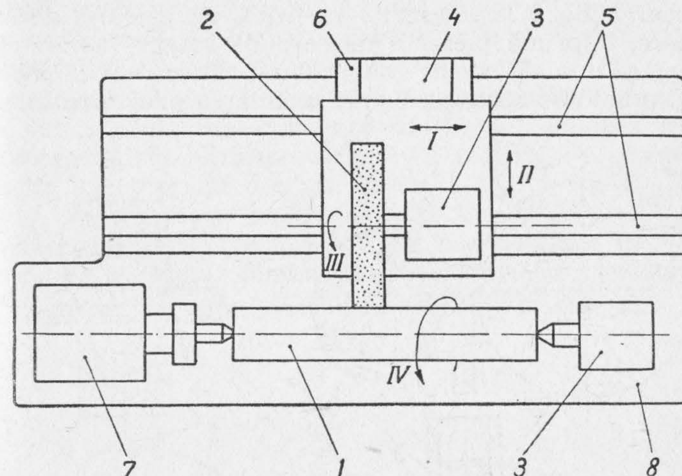


Fig. 3.18. Schema maşinii de rectificat rotund exterior cu păpuşa port sculă mobilă:

I — mişcarea de deplasare a păpuşii portsculă; II — avans transversal; III — mişcarea de rotaţie a discului abraziv; IV — mişcarea de rotaţie a piesei.

sensul de pătrundere. Avantajele maşinii de rectificat fără vîrfuri sînt:

— productivitate mare din cauza reducerii timpului auxiliar;

— adaus mic de prelucrare, piesa autocentrîndu-se în timpul prelucrării;

— posibilitatea de a rectifica piese cu diametre foarte mici;

— posibilitate de a realiza adîncime mare la rectificarea de trecere, evitîndu-se pericolul de încovoiere a piesei;

— deservirea de către muncitori fără calificare specială.

Precizia pieselor rectificate la maşinile de rectificat fără vîrfuri poate ajunge pînă la 2,5 μm.

3.4.4.1. **Principiul de lucru al mașinilor de rectificat fără vîrfuri.** Rectificarea rotundă exterioară la mașini fără vîrfuri se execută astfel: piesa de prelucrat *3* se așază liber între discurile *1* și *2*, fiind susținută de o riglă de reazem *4* (fig. 3.19). Discul *1* rectifică, iar discul 2 de antrenare, imprimă piesei o mișcare de rotație (avans circular) și una de avans longitudinal. Mișcarea de avans longitudinal se realizează prin înclinarea axei discului de

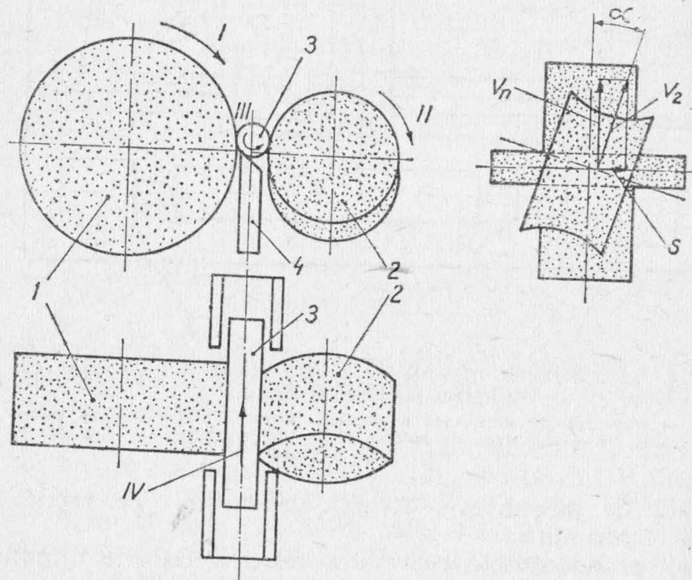


Fig. 3.19. Schema de funcționare a mașinii de rectificat rotund exterior fără vîrfuri:
I — mișcarea principală de rotație a discului abraziv; *II* — mișcarea de rotație a discului de antrenare; *III* — mișcarea de rotație a piesei; *IV* — mișcare de avans a piesei.

antrenare *2*, cu 1°... 6° față de axa discului de rectificare. Dimensiunea piesei *3* se asigură prin reglarea distanței dintre cele două discuri.

Discul de antrenare are viteza periferică V_2=10... 50 m/min iar cel de rectificare V_1=30... 40 m/s. Rigla de reazem se execută din oțel rapid sau din aliaje dure

(aplicate pe partea superioară). Suprafața de contact a riglei trebuie să fie bine finisată.

Discul de antrenare trebuie să aibă proprietăți de așchiere mai slabe (granulația mai fină) decît discul de rectificare, pentru ca forța de frecare dintre piesă și discul de antrenare să fie mai mare decît forța de așchiere care ia naștere între piesă și discul de rectificare.

Avansul longitudinal al piesei se obține prin înclinarea axei discului de antrenare sau prin înclinarea riglei de reazem. Prin înclinarea riglei de reazem s-a constatat practic că precizia de prelucrare a piesei scade. Cînd discul de antrenare se înclină, trebuie ca suprafața sa periferică să fie hiperbolică, pentru a asigura pe toată lungimea contactul dintre piesă și discul de antrenare.

Distanța *h* de la linia centrelor $O_1 O_2$ (fig. 3.20) la punctul de contact dintre discul de antrenare și piesă se

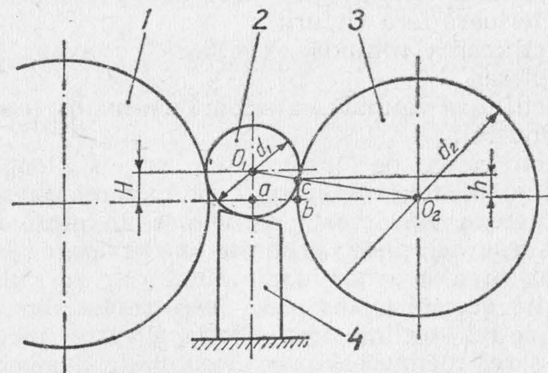


Fig. 3.20. Principiul de lucru la mașinile de rectificat fără vîrfuri.

poate calcula din asemănarea celor două triunghiuri dreptunghice: $O_1 O_2 a$ și $O_2 c b$:

$$\frac{\frac{d_1}{2}+\frac{d_2}{2}}{H}=\frac{\frac{d_2}{2}}{h}$$

de unde:

$$h\left(\frac{d_1}{2}+\frac{d_2}{2}\right)=H\frac{d}{2};$$

$$h=\frac{\frac{H\cdot d}{2}}{\frac{d_1+d_2}{2}};$$

$$h=\frac{H\cdot d}{d_1+d_2}.$$

Distanța h determină și poziția diametrului pentru corijarea hiperbolică a suprafeței periferice a discului de antrenare. Distanța h de așezare a piesei față de cele două discuri este necesară pentru asigurarea formei cilindrice a piesei de prelucrat.

Practic se ia $h=0{,}15\ldots0{,}25$ din diametrul piesei, fără însă a depăși 10 ... 12 mm, pentru evitarea vibrațiilor.

Se deosebesc următoarele procedee de rectificare rotundă exterioară fără vîrfuri:

— rectificarea rotundă exterioară cu avans longitudinal al piesei;

— rectificare rotundă exterioară cu avans transversal (de pătrundere).

1. Rectificarea de trecere, cu avans longitudinal (fig. 3.21, *a*) se folosește pentru prelucrarea pieselor cilindrice netede. La această rectificare, în afară de mișcarea de rotație, piesa primește o deplasare axială și anume mișcarea de avans longitudinal.

Datorită acestui avans piesa iese treptat din zona de lucru a pietrei, cedînd locul alteia. Pentru rectificarea de degroșare, înclinarea axei discului de avans este de 1 ... 6°, iar pentru finisare de 0,5 ... 1,5°.

Viteza periferică a piesei Vn este: (v. fig. 3.19)

$$Vn=V_2\cdot\cos\alpha$$

unde V_2 este viteza periferică a discului de avans.

Viteza de avans longitudinal v_s este:

$$v_s=v_2\cdot\sin\alpha.$$

Se vede că viteza mișcării longitudinale a piesei este cu atît mai mare cu cît unghiul α este mai mare. La

rectificarea de avans longitudinal, prelucrarea se face obișnuit prin multe treceri. Avansul de pătrundere are loc periodic, înainte de fiecare trecere a piesei printre discurile abrazive.

2. Rectificarea cu avans transversal (fig. 3.21, *b*) se folosește pentru piese scurte, fără mișcare de avans longi-

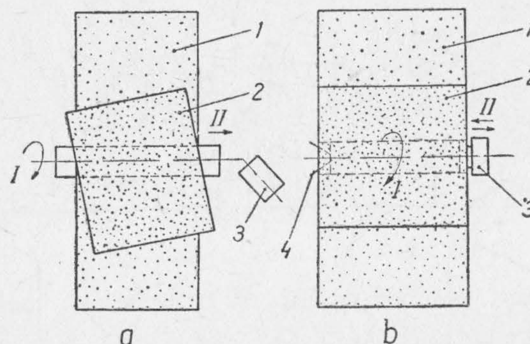


Fig. 3.21. Procedee de rectificare exterioară fără vîrfuri:
a — cu avans longitudinal; *b* — cu avans transversal; *1* — disc abraziv; *2* — disc de antrenare; *3* — piesă de rectificat; *4* — opritor; *I* — mișcarea de rotație a piesei; *II* — mișcarea de avans a piesei.

tudinal; lungimea piesei este ceva mai scurtă decît lățimea discului și piesa posedă guler cu diametrul mai mare decît porțiunea care se rectifică. Avansul transversal este continuu. Axa discului de antrenare face un unghi egal cu zero sau sub un grad, față de axa discului de rectificare. Ușoara înclinație fixează poziția axială a piesei între discuri, prin aducerea acesteia pînă la opritor. Piesele se întroduc între discuri prin partea de sus și se așază pe rigla de reazem pînă la opritor.

Mașina se reglează prin deplasarea păpușii discului de antrenare, pentru a obține diametrul necesar al piesei.

3.4.4.2. **Descrierea mașinilor de rectificat exterior fără vîrfuri.** Ansamblurile principale ale mașinii de rectificat exterior fără vîrfuri (fig. 3.22) sînt: batiul *1*, păpușa discului de rectificare *2* cu mecanismul de acționare, păpușa discului de antrenare *3* cu mecanismul de deplasare, dispozitivul pentru susținerea piesei *4*, dispozitivul pentru

îndreptarea discurilor de rectificare 5 și de antrenare 6, motorul electric 7.

1. Batiul susține suporturile discurilor abrazive cu motoarele electrice de antrenare. Este executat din fontă și are forma de cutie, prezentînd astfel suficientă rigiditate contra vibrațiilor.

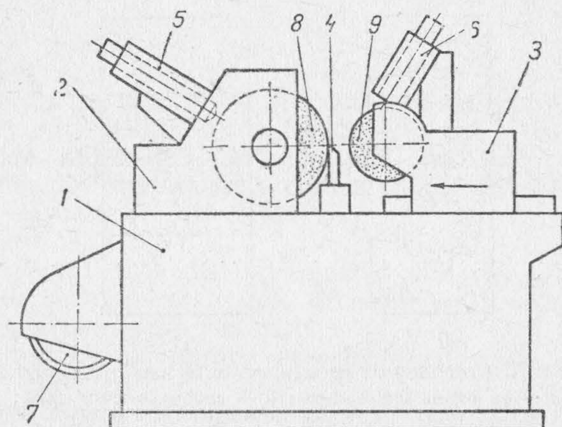


Fig. 3.22. Mașina de rectificat fără vîrfuri.

2. Păpușa discului de rectificare constă dintr-o cutie etanșă în care se găsește arborele discului de rectificare. Arborele principal este fixat pe două lagăre de alunecare și la un capăt arborele este conic pentru o mai bună fixare a flanșei discului de rectificare.

3. Păpușa discului de antrenare are arborele principal antrenat de un motor electric ca și păpușa discului de rectificare. Arborele este așezat pe două lagăre.

4. Dispozitivul pentru susținerea piesei constă din rigla de reazem și din patru plăci de ghidare a piesei de prelucrat. Reglarea riglei de reazem se face cu ajutorul unor cale, iar a riglelor laterale de ghidare se face cu șuruburi.

5. Dispozitivul pentru corectarea discurilor abrazive se montează pe un suport fixat pe batiu. Apropierea diamantului pe discul de rectificare se face cu ajutorul unui șurub micrometric, care se poate deplasa pe o lungime de 20 mm.

3.4.5. **Rectificarea arborilor cotiți.** Rectificarea arborilor cotiți se execută pe mașini speciale de rectificat, care asigură obținerea unor dimensiuni precise și prelucrarea fină a suprafeței. Mașinile de rectificat arbori cotiți se caracterizează prin robustețe, rigiditate și precizie de prelucrare, precum și prin posibilitatea de echilibrare a piesei, dictată de forma și rigiditatea redusă a arborelui de prelucrat.

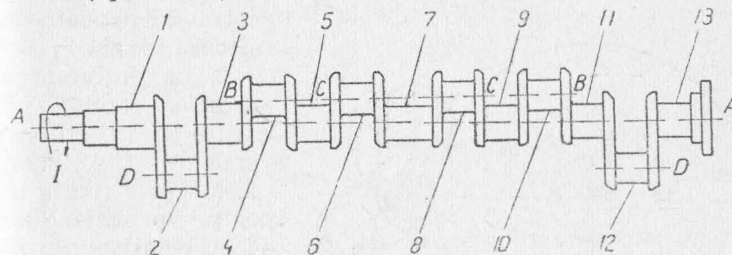


Fig. 3.23. Suprafețele de rectificat a unui arbore cotit.

Rectificarea unui arbore cotit (fig. 3.23), cuprinde rectificarea fusurilor paliere *1, 3, 5, 7, 9, 11, 13* și a manetoanelor *2, 4, 6, 8, 10, 12*.

La rectificarea fusurilor-paliere antrenarea arborelui se face dintr-o singură parte, iar la rectificarea manetoanelor antrenarea se face bilateral, arborele rotindu-se în jurul axei manetoanelor ce se rectifică.

În cazul rectificării manetoanelor, este necesar echilibrarea arborelui fixat în dispozitive adecvate. Aceasta se realizează prin contragreutăți montate pe dispozitivele de prindere ale arborelui. În scopul eliminării deformațiilor de încovoiere ale arborelui în timpul prelucrării, s-au construit mașini la care arborele este fixat în poziție verticală.

3.4.6. **Principiul de lucru al mașinilor de rectificat arbori cotiți.** Procesul de așchiere al arborilor cotiți se realizează prin următoarele mișcări relative dintre piesă și sculă:

— mișcarea de rotație a piesei;
— mișcarea de rotație a sculei;
— mișcarea de avans transversal a sculei;
— mișcarea axială a sculei.

1. La prelucrarea arborilor cotiţi pe maşini de rectificat orizontale (fig. 3.24.) piesa *1* este fixată pe maşină şi antrenată în mişcarea de rotaţie.

Discul abraziv *2*, antrenat în mişcarea de rotaţie, se deplasează spre piesă în mişcarea transversală de avans. În timpul rectificării piatra *2* execută o mişcare axială.

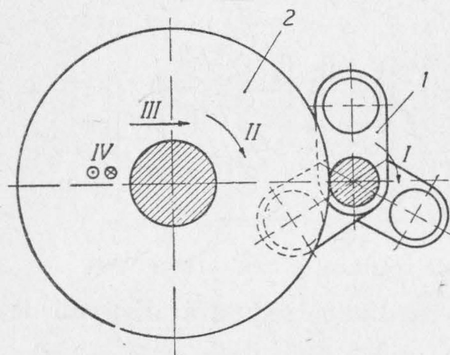


Fig. 3.24. Mişcările relative dintre arbore cotit şi sculă:

I — mişcarea de rotaţie a piesei; *II* — mişcarea de rotaţie a discului abraziv.

2. La prelucrarea arborilor cotiţi pe maşini de rectificat verticale (fig. 3.25) piesa *1* este fixată în poziţie verticală. Mişcările relative dintre discul abraziv *2* şi piesa *1* sînt:

— mişcarea de rotaţie a piesei *1* efectuată în jurul axei *AA* a fusurilor — paliere sau manetoane ce se prelucrează;

— mişcarea de rotaţie a sculei;

— mişcarea de avans transversal a sculei;

— mişcarea de avans axial al sculei.

Arborele cotit *1* este fixat pe maşină în poziţie verticală şi este antrenat dintr-o singură parte în mişcarea de rotaţie în jurul axei *AA* la rectificarea fusurilor paliere, în jurul axei *BB* a manetoanelor

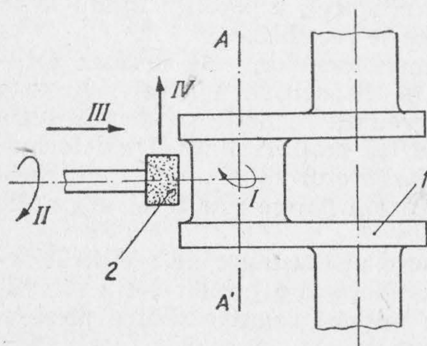


Fig. 3.25. Mişcările relative dintre arborele cotit şi discul abraziv, la maşinile de rectificat cu piesa fixată vertical:

I — mişcarea de rotaţie a arborelui cotit.

coaxiale la rectificarea manetoanelor *4*, *10*, în jurul axei *CC* la rectificarea manetoanelor *6*, *8*, în jurul axei *DD* la rectificarea manetoanelor *2* şi *12* (v. fig. 3.23).

Discul abraziv execută mişcările *II*, *III* şi *IV*, adică mişcarea de rotaţie în jurul axei orizontale, mişcarea transversală de avans şi de deplasare verticală.

3.5. FILETE

Filetul este un canal profilat constant, tăiat după o linie curbă, numită elice, pe suprafaţa cilindrică sau conică a unei piese.

Procesul tehnologic de prelucrare a filetelor este foarte variat şi depinde în primul rînd de scopul funcţional pe care-l îndeplineşte filetul, apoi de precizia cu care acesta trebuie prelucrat. În construcţia de maşini filetul se utilizează pentru îmbinări cu strîngere, îmbinări de etanşare şi îmbinări mobile.

Dacă pe un cilindru se înfăşoară un triunghi *ABC* (fig. 3.26, *a*) a cărui catetă *AC* este egală cu circumferinţa unui cilindru cu raza *r*, se poate scrie relaţia:

$$AC = 2\pi r = \pi d.$$

Ipotenuza *AB* a triunghiului *ABC* reprezintă desfăşurata elicei, iar cateta *CB* reprezintă pasul *p* al

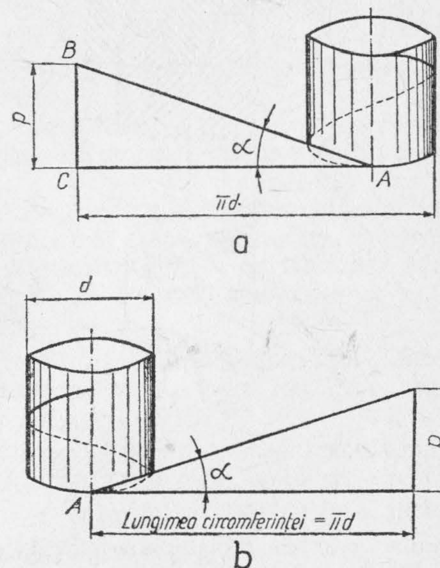


Fig. 3.26. Formarea elicei.

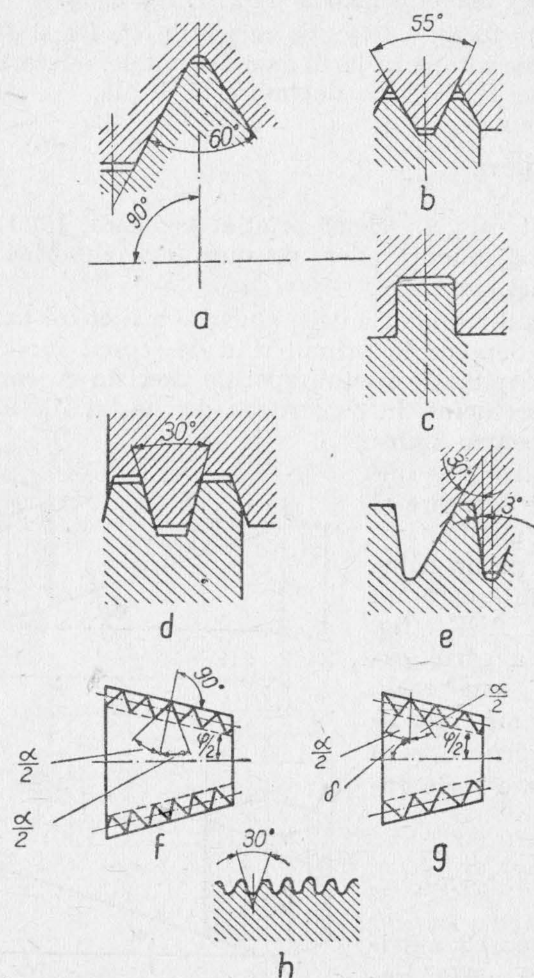


Fig. 3.27. Tipuri de filete.

elicei. Triunghiul se poate înfăşura de la stînga spre dreapta (fig. 3.26, *b*) sau de la dreapta spre stînga (fig. 3.26, *a*).

Filetele se clasifică după mai multe criterii şi anume:

1. După scopul în care este folosită piesa filetată se deosebesc:

— filete de fixare; filete de reglare; filete de mişcare; filete de măsurat.

2. După forma şi dimensiunile profilului filetele se împart în: (fig. 3.27) — filete triunghiulare; filete pătrate şi dreptunghiulare; filete trapezoidale; filete ferestrău, filete rotunde.

3. După forma filetului se deosebesc: — filete cilindrice; filete conice.

4. După direcţia de înfăşurare a elicei se cunosc — filete spre stînga; filete spre dreapta.

5. După numărul de începuturi pot fi:

— filete cu un început; filete cu două sau mai multe începuturi.

6. După sistemul de măsurare filetele se împart în:

— filete metrice; filete în ţoli.

7. În funcţie de formă şi precizia de prelucrare, filetele sînt de două feluri:

— filete normale; filete fine.

Toate filetele de precizie se rectifică pe maşina de rectificat filete.

În tabelul 3.11 sînt prezentate filetele standardizate care sînt folosite în industria construcţiilor de maşini.

3.5.1. **Elementele filetului.** Oricare ar fi forma filetului, el este caracterizat de anumite elemente şi anume (fig. 3.28):

Pasul filetului reprezintă distanţa dintre două flancuri similare învecinate situate într-un plan axial, de aceeaşi parte a axei filetului.

La şurubul cu un singur început, înaintarea axială a piuliţei pentru o singură rotaţie este egală cu pasul. La şurubul cu mai multe începuturi, pasul este distanţa dintre flancurile consecutive aparţinînd aceleiaşi elici.

Unghiul profilului, α, este unghiul format de cele două flancuri ale profilului filetului.

Tabelul 3.11

Filete standardizate

Felul filetului	Elementul caracteristic standardizat	STAS	Notarea filetului	Exemplu de notare
Filet metric	Normal, cu diametre de 1—68 mm;	510-74	*M*	*M* 12
	Fin, cu diametre de 1—600 mm;		*M*	*M* 48×2
	Conic, profil şi dimensiuni, cu diametre de 1—60 mm;	6243-65	*KM*	*KM* 14×1,5
Filet în ţoli (whitworth)	Normal, cu diametre de 3/16″—4″, precizia grosolană;		*W*	*W* 1 1/2″
	Pentru ţevi, cilindric şi conic; fără joc la fund, cu diametre de 1/8″—18″;	402-68	*G*	*G* 1 1/4″
	Pentru racorduri olandeze fără joc la vîrf, cu diametre de 1/8″—6″;		*G*	*G* 1 1/4″
	Pentru burlane de foraj cu diametre de 4 1/2″—11 3/4″;	5019-75	*B*	*B* 5 3/4″
Filet conic în ţoli (Briggs)	Profil, de 1/16″—2″;	6422-61	*Br*	*Br* 3/8″
Filet trapezoidal	Profil, diametre paşi	2114-75	*Tr*	
	Dimensiuni de 10—640 mm;		*Tr*. diam.	Filet dreapta *Tr* 80×10
		4575-54	ext. x pasul	Filet stînga *Tr* 80×10
	Rotunjit, pentru locomotive;		*Tr.L*	*Tr* L 40×5
Filet ferăstrău	Normal, cu diametre de 22—300 mm;	1090-66		
	Cu pas mare, cu diametre de 22—300 mm;	2165-66	*S*	*S* 48×8
	Fin, cu diametre de 10—300 mm;	2166-66		

Tabelul 3.11 (continuare)

Felul filetului	Elementul caracteristic standardizat	STAS	Notarea filetului	Exemplu de notare
Filet pătrat	Normal, cu diametre de 10—300 mm;	3126-52		Cu un început: filet dreapta Pt 70×10
	Cu pas mare, cu diametre de 22—300 mm;	3125-52	*Pt*	filet stînga Pt. 80×10 stînga;
	Fin, cu diametre de 10—300 mm;	3202-52		Cu două începuturi; filet dreapta Pt. 70×20 (două începuturi); filet stînga Pt. 70×20 (două începuturi stînga)

Diametrul exterior al filetului *d* este distanţa dintre punctele extreme ale filetului măsurate perpendicular pe axă.

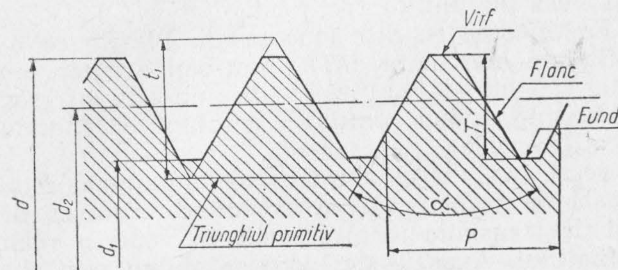


Fig. 3.28. Elementele filetului.

Diametrul interior al filetului d_1 este distanța măsurată perpendicular pe axă între punctele cele mai apropiate ale filetului față de axa șurubului.

Diametrul mediu al filetului d_2, este diametrul unui cilindru imaginar, coaxial cu filetul respectiv, a cărui generatoare întretaie profilul filetului astfel încît lungimea segmentului de generatoare corespunzător golului între spire, să fie egală cu jumătatea pasului nominal.

3.5.2. **Rectificarea filetelor.** Filetele la calibrele de filet, la tarozi, la freze de filet, la freze melc modul, se rectifică pe mașini de rectificat filet.

Cele mai folosite sînt mașinile de rectificat filet universale, destinate în special, lucrărilor de sculărie, în care se rectifică filete interioare, exterioare, cilindrice sau conice.

3.5.3. **Principiul de lucru al mașinilor de rectificat filet.** Metodele de rectificare a filetelor sînt condiționate de forma, precizia și dimensiunile pieselor de rectificat.

a) Rectificarea cu disc abraziv multiprofil prin pătrundere. La piesele a căror porțiune filetată este mai scurtă de 70 mm și care se încadrează în clasa a doua de precizie, pasul fiind relativ mic, se folosește rectificarea cu disc abraziv, cu mai multe canale circulare (fig. 3.29).

Mișcarea principală de așchiere este realizată de discul abraziv, aceasta deplasîndu-se împreună cu suportul lui, pentru executarea mișcării de avans radial. Piesa execută o mișcare de rotație sincronizată cu mișcarea de translație longitudinală, pentru realizarea pasului filetului. La o rotație a piesei, deplasarea longitudinală este egală cu pasul filetului. Lățimea pietrei este mai mare cu 2—4 pași decît lățimea filetului de rectificat.

b) Rectificarea cu disc monoprofil. Piesele cu o lungime filetată mai mare de 70 mm sau a căror precizie este mai ridicată se rectifică cu disc abraziv cu grosimea de 6—10 mm, avînd profilul corespunzător filetului de rectificat (fig. 3.30).

În acest caz, discul abraziv execută numai mișcarea principală de așchiere, piesa executînd mișcarea de rotație și de translație longitudinală, în vederea realizării elicei filetului. Avansul de lucru se obține prin avansul radial, realizat inițial la începutul filetării.

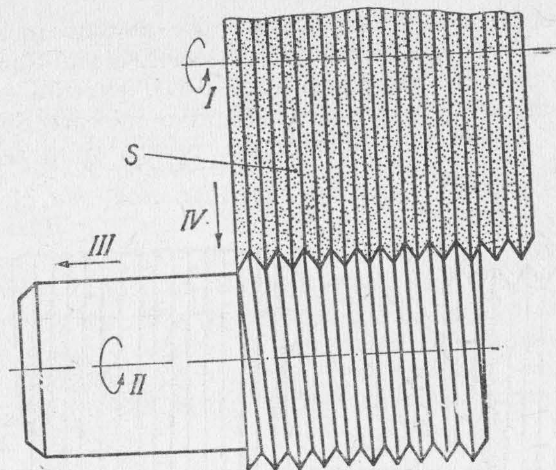


Fig. 3.29. Rectificarea cu disc abraziv multiprofil prin pătrundere.

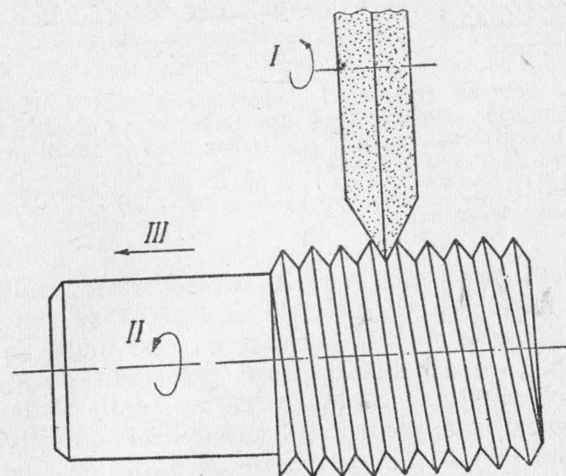


Fig. 3.30. Rectificarea cu disc abraziv monoprofil.

c) Rectificarea interioară cu disc abraziv monoprofil. Pentru rectificarea filetului interior, discul abraziv introdus în interiorul piesei (fig. 3.31), execută mişcarea principală de aşchiere, piesa avînd o mişcare de rotaţie şi una de translaţie longitudinală, pentru obţinerea elicei.

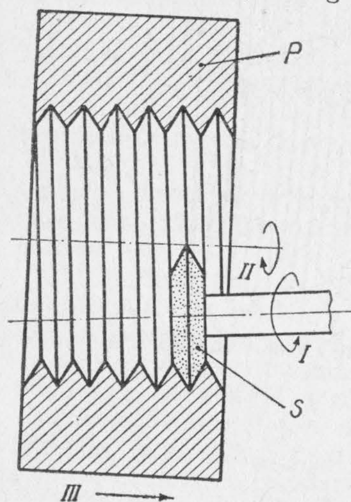


Fig. 3.31. Schema rectificării filetului interior. Rectificarea cu disc abraziv monoprofil:
S — disc abraziv; I — mişcarea principală; II — mişcarea de rotaţie a piesei; III — mişcarea de avans longitudinal.

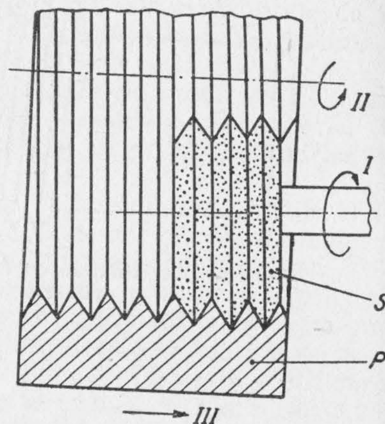


Fig. 3.32. Schema rectificării filetului interior. Rectificarea cu disc abraziv multi profil:
S — disc abraziv; I — mişcare de aşchiere; II — mişcarea de rotaţie a piesei; III — mişcarea de avans longitudinal.

d) rectificarea interioară cu disc abraziv multiprofil. Filetele interioare de precizie mai mică se pot obţine prin rectificarea cu disc abraziv, cu mai multe profiluri (fig. 3.32), care execută mişcarea principală de aşchiere, în timp ce piesa execută mişcarea de rotaţie şi de translaţie longitudinală, pentru realizarea elicei respective.

Această metodă de prelucrare se aplică la filete fine a căror lungime nu depăşeşte 25 mm.

Comparînd aceste metode de prelucrare, pe baza rezultatelor experimentale, se poate spune că este mai avantajos să se lucreze cu discuri cu mai multe profiluri. Productivitatea acestei metode este de pînă la de zece ori mai mare decît în cazul prelucrării cu un singur profil. Dezavantajul metodei constă în faptul că pentru fiecare profil trebuie să se execute o rolă, cu ajutorul căreia să se corecteze profilul, şi în faptul că precizia piesei este mai scăzută decît în cazul rectificării cu un singur profil.

Această metodă se întrebuinţează în mod avantajos la prelucrarea pieselor în serii mai mari.

e) Rectificarea filetelor exterioare pe maşini fără centre (centreless). Piesele a căror formă nu împiedică trecerea lor printre discurile de rectificat se rectifică în mod similar cu rectificarea cilindrică fără centre, pe maşini speciale.

3.6. DISPOZITIVE PENTRU RECTIFICAREA PLANA

Fixarea pieselor pe maşina de rectificat plan se face cu ajutorul unor dispozitive specifice dintre care cele mai frecvent folosite sînt descrise în cele ce urmează:

3.6.1. **Platourile magnetice.** Acestea pot fi:

— cu electromagneţi;

— cu magneţi permanenţi.

Platourile electromagnetice sînt formate din electromagneţi alimentaţi cu curent continuu (fig. 3.33).

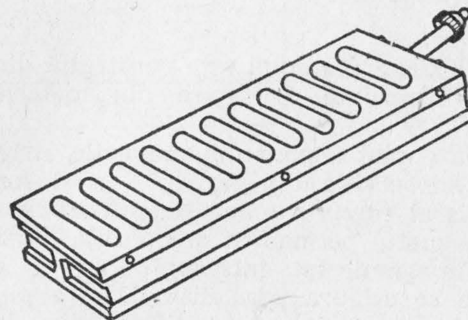


Fig. 3.33. Platou electromagnetic.

Platourile cu magneţi permanenţi (fig. 3.34) nu folosesc nici o sursă de curent electric, cîmpul magnetic fiind dat de magneţii *1* din corpul platoului.

Construcţia şi principiul de funcţionare a unui platou cu magneţi permanenţi este următorul:

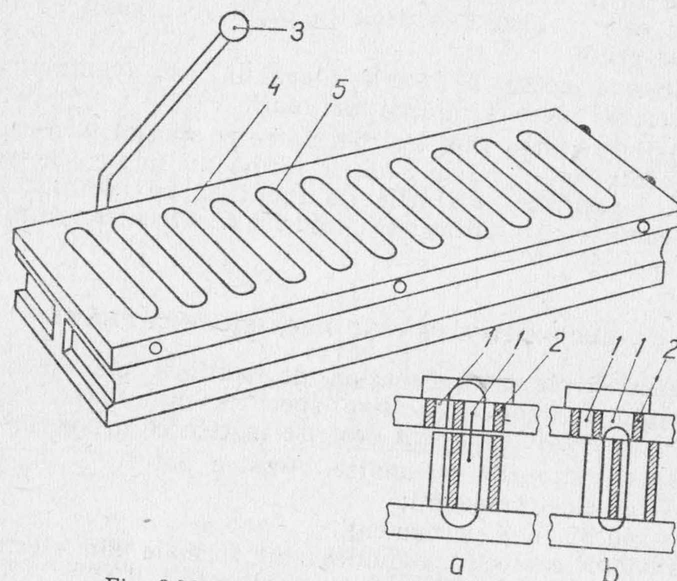


Fig. 3.34. Platou cu magneţi permanenţi
a — poziţia cuplat; *b* — poziţia decuplat; *1* — magnet permanent; *2* — plăci de alamă; *3* — mîner; *4* — corpul magnetului; *5* — spiră de alamă.

Partea de sus a platoului este construită dintr-o placă de oţel *4*, întreruptă, cu spire din material nemagnetic *5*.

În poziţia cuplat a platoului magnetic, magnetul permanent *1*, are poziţia din fig. 3.34, *a* şi formează un circuit închis al fluxului magnetic prin piesă. În poziţia decuplat, magnetul permanent are poziţia din fig. 3.34, *b*, unde fluxul magnetic este întrerupt.

Pentru a se asigura paralelismul între platoul magnetic şi glisierele maşinii de rectificat plan, la intervale regulate, se va face o rectificare a platoului. Rectificarea

se execută cu răcire, iar adîncimea de aşchiere să nu depăşească 5 . . . 8 µm.

Prin mai multe treceri repetate, în final, se va obţine o suprafaţă plană.

3.6.2. **Blocuri magnetice.** Pentru rectificarea pieselor care au înclinaţii şi proeminenţe ce nu permit fixarea

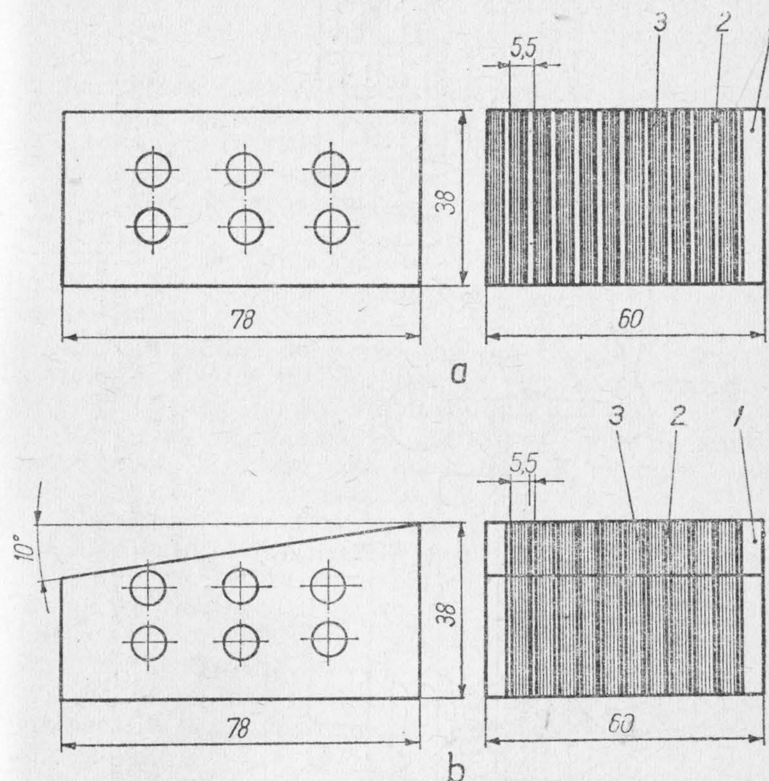


Fig. 3.35. Blocuri magnetice:
a — bloc magnetic paralel; *b* — bloc magnetic înclinat: *1* — placă de strîngere; *2* — placă de alamă; *3* — placă de fier.

lor direct pe platoul magnetic, se folosesc blocuri magnetice (fig.3.35, *a*).

Piesa se aşază pe două sau mai multe blocuri şi apoi se cuplează platoul magnetic. Fluxul magnetic dă naştere

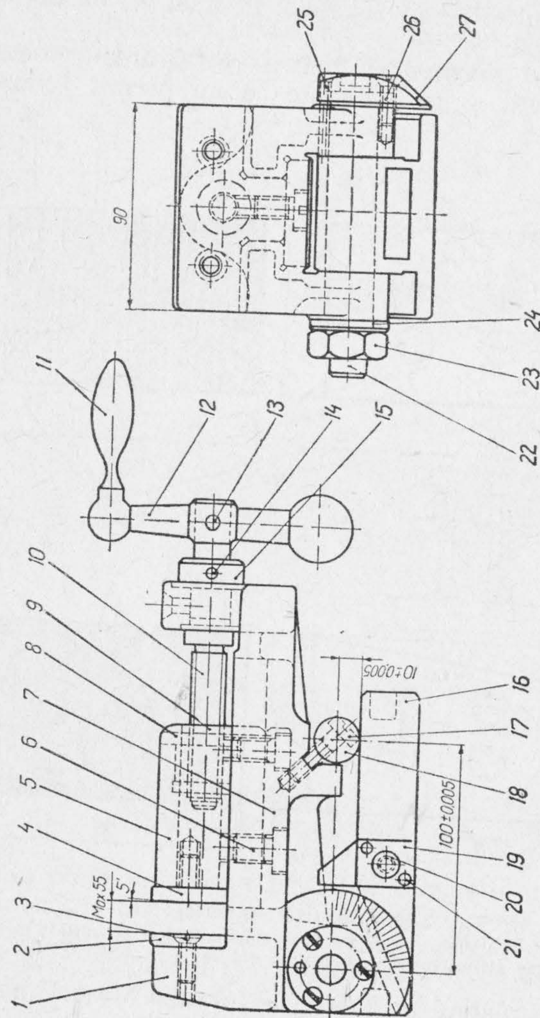


Fig. 3.36. Menghină de sinus:

1 — falcă fixă; 2, 4 — bacuri; 3 — şurub; 5 — falcă mobilă; 6 — şurub; 7 — placă; 8, 13, 14, 21 şi 27 — cuie conice; 9 — piuliţă; 10 — şurub; 11 — mîner; 12 — manivelă; 15 — bucşă; 16 — placă de bază; 17 — şurub; 18 — cilindru; 19 — indicator; 20 — şurub; 2 — arbore filetat; 23 — piuliţă; 24 — rondelă; 25 — cadran; 26 — şurub.

la o forţă de atracţie prin intermediul blocurilor, fixează piesa de prelucrat.

Blocurile magnetice sînt executate din plăcile de fier *3* care alternează cu plăcile de alamă *2* şi sînt prinse împreună cu nituri de alamă, de plăcile de strîngere *1*.

Blocurile magnetice se prelucrează precis; suprafeţele de aşezare trebuie să fie riguros paralele între ele. Dimensiunile lor nu trebuie să difere cu mai mult de 5 µm.

La fixarea pieselor, blocurile magnetice trebuie aşezate în aşa fel pe platoul magnetic, încît plăcile de alamă să fie paralele cu plăcile de alamă din platoul magnetic.

Pentru rectificarea pieselor înclinate se folosesc blocuri magnetice rectificate la unghiul respectiv (fig. 3.35, *b*).

Pentru a se putea rectifica piese care au înclinaţii există şi platouri electromagnetice ce permit înclinarea lor cu ajutorul riglei sinus.

3.6.3. **Menghina de sinus.** Este un dispozitiv pentru aşezarea şi fixarea pieselor care se rectifică pe maşinile de rectificat plan, cu diferite unghiuri (fig. 3.36).

Menghina se bazează pe principiul riglei de sinus, avînd distanţa dintre axa de rotaţie şi cilindrul sub care se aşază blocul de cale, de 100 mm.

Piesa pentru rectificat se strînge în flăcările menghinei, apoi se înclină la unghiul cerut.

Pentru rectificarea cuţitelor de strung, cu secţiunea dreptunghiulară sau pătrată, se rectifică unghiurile, înclinînd cuţitul în plan după lungimea bacului şi, în acelaşi timp, înclinînd menghina după cale plan paralele.

3.6.4. **Dispozitive pentru rectificarea suprafeţelor perpendiculare la un unghi de 90°.** Se foloseşte dispozitivul din fig. 3.37.

În acest dispozitiv se pot prelucra concomitent cîteva piese. Baza corpului dispozitivului, suprafeţele laterale şi suprafeţele de bază pentru aşezarea pieselor sînt paralele şi perpendiculare.

Corpul dispozitivului este executat din oţel cementat şi călit, la duritatea de 60—62 *HRC*. Piesele de prelucrat se fixează cu cele trei şuruburi.

Pentru ca două suprafețe perpendiculare să se poată rectifica la 90°, piesele se string în dispozitiv ieșite cu cîțiva milimetri față de marginea bazei dispozitivului. Din aceiași prindere se rectifică piesele față de baza *a* și față de baza *b*.

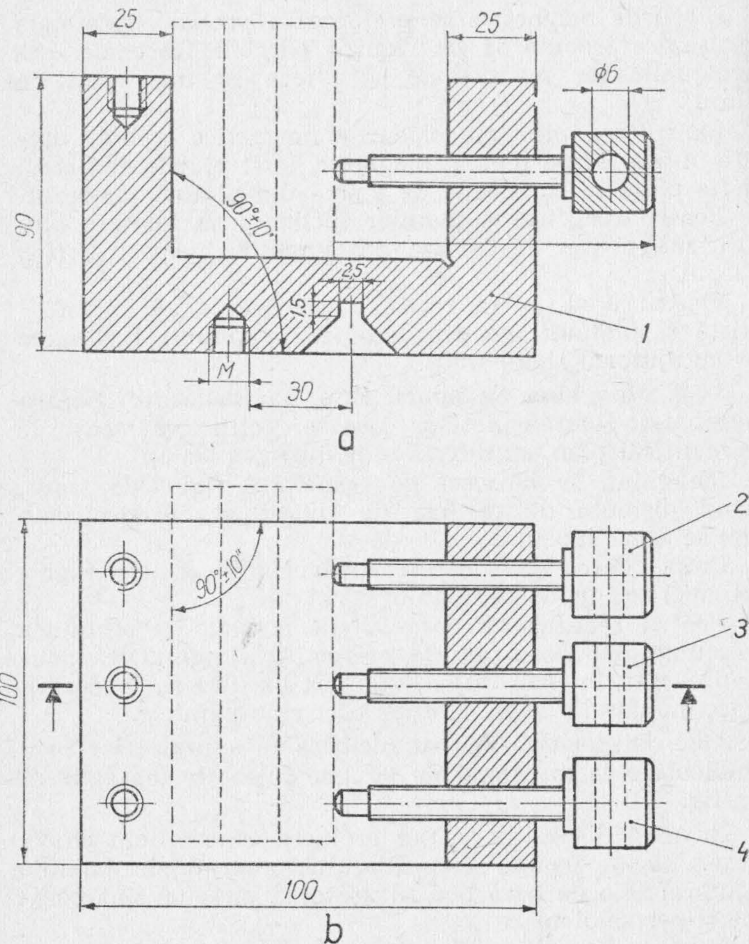


Fig. 3.37. Dispozitiv pentru rectificat la 90°:
1 — corpul dispozitivului; 2, 3 și 4 — șuruburi de stringere.

3.6.5. **Blocuri paralelipipedice.** Se folosesc perechi de aceleași dimensiuni avînd toate suprafețele rectificate (fig. 3.38). Ele se execută din oțel de cementare, călit la duritatea de 60—62 *HRC*. Suprafețele rectificate sînt perpendiculare între ele.

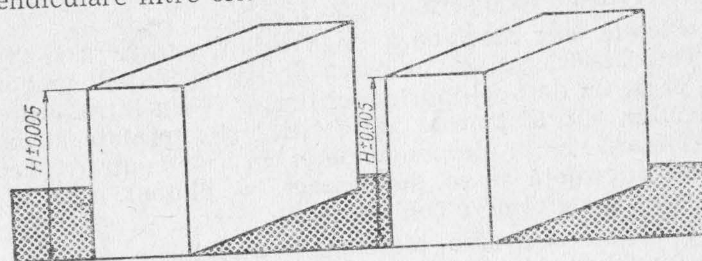


Fig. 3.38. Blocuri paralelipipedice.

3.6.6. **Colțarul de așezare.** Pentru realizarea perpendicularității fețelor pieselor care se rectifică, acestea se fixează pe un colțar de 90° (fig. 3.39) cu ajutorul unei cleme.

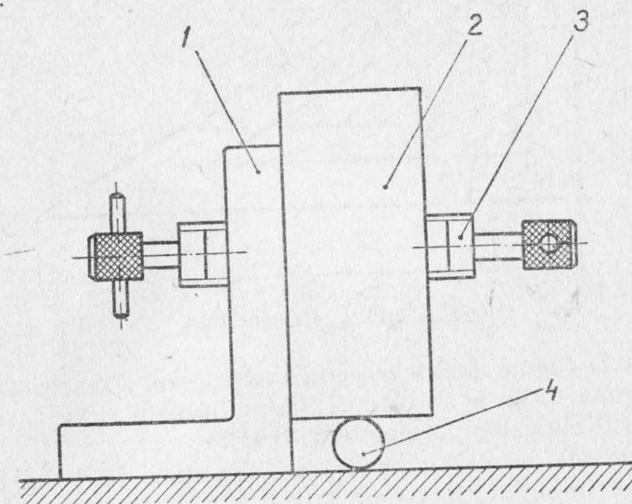


Fig. 3.39. Rectificarea unei piese mari la 90°:
1 — colțar de așezare; 2 — piesa de rectificat; 3 — clemă de stringere; 4 — dorn cilindric rectificat.

Colţarele sînt de diferite mărimi şi se folosesc după mărimea piesei ce se fixează. Cele cu dimensiuni mai mici se execută din oţel cementat şi călit, iar cele mari din fontă.

Pentru a se putea fixa pe maşină, colţarele mari sînt prevăzute cu o serie de găuri.

Piesele care se fixează lîngă colţar, pentru a fi rectificate la 90°, nu se vor aşeza direct pe platoul magnetic, ci pe un dorn cilindric rectificat *4*. Prin introducerea dornului, suprafaţa care se rectifică şi suprafaţa strînsă de colţar, vor fi perpendiculare; în caz contrar, piesa avînd suprafaţa mare de contact cu platoul magnetic, ar putea să deformeze colţarul.

Pentru rectificarea pieselor la unghiurile de 30° şi 45° (unghiuri frecvente), se folosesc colţare cu unghiurile respective (fig. 3.40).

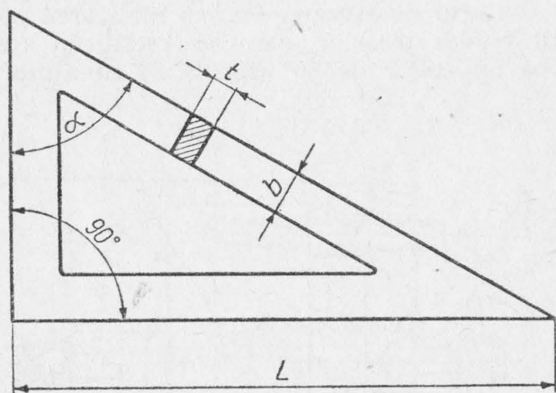


Fig. 3.40. Colţar înclinat.

3.6.7. **Cleme paralele pentru strîngere.** Fixarea pieselor lîngă colţare şi blocuri paralelipipedice se face cu ajutorul clemelor paralele (fig. 3.41).

Clemele paralele sînt formate din două fălci din tablă de oţel îmbunătăţită şi un şurub. Prin rotirea şurubului se acţionează asupra braţului mobil care apropie sau depărtează cele două fălci.

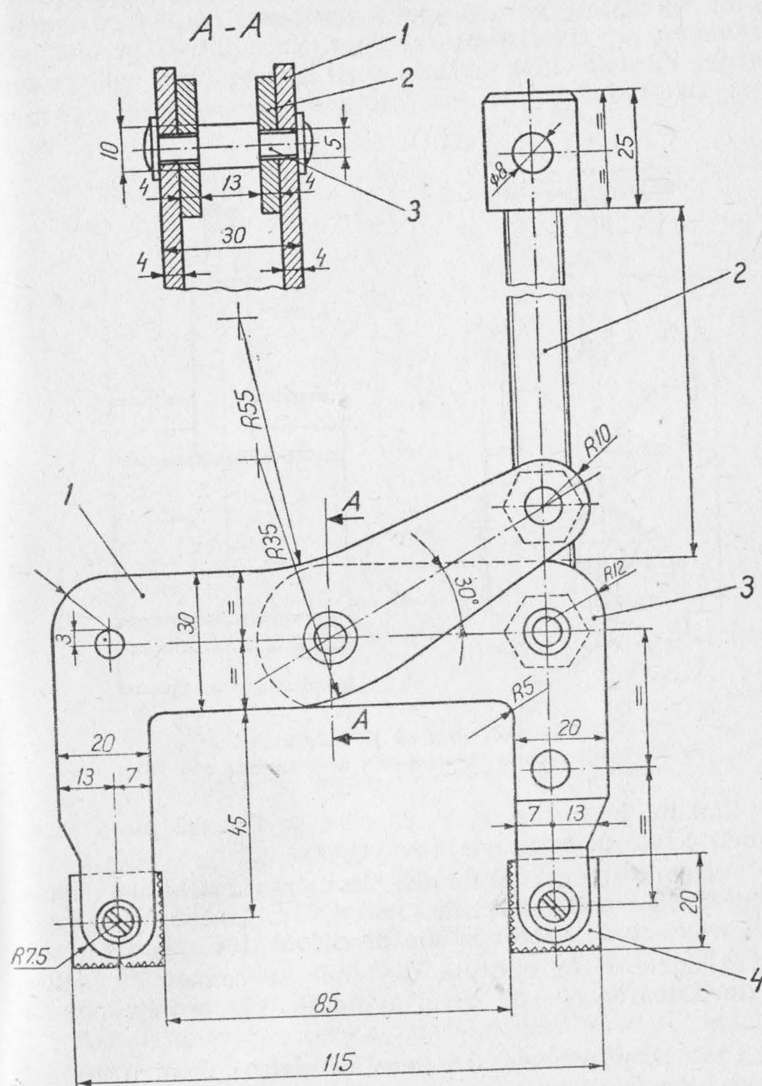


Fig. 3.41. Clemă de strîngere:
1 — braţ fix; *2* — şurub; *3* — braţ mobil; *4* — bacuri zimţate.

3.6.8. **Prisme cu canal V.** Piesele cilindrice care trebuie rectificate pe o anumită porţiune, paralel cu generatoarea, se fixează pentru rectificare într-o prismă cu canal *V*, strînsă cu ajutorul unei gheare (fig. 3.42) montată pe prismă.

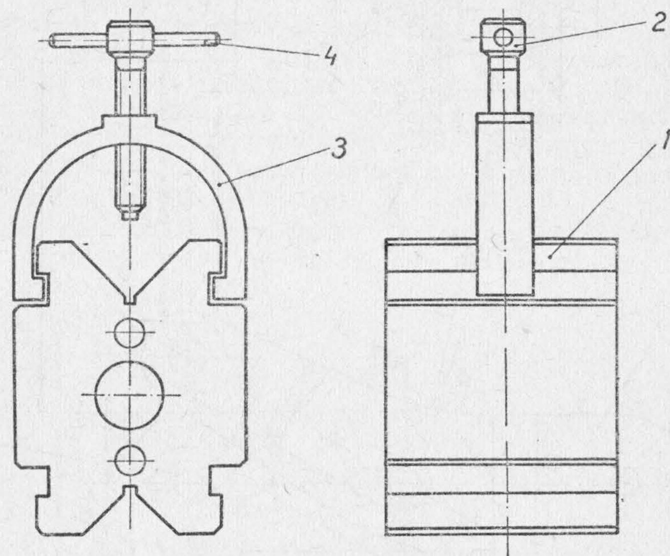


Fig. 3.42. Prismă *V* cu gheare
1 — corpul prismei; *2* — şurub; *3* — gheară; *4* — cui.

Canalul în formă de *V*, în care se fixează piesa este simetric faţă de suprafeţele exterioare.

Prismele se execută de diferite mărimi putîndu-se rectifica profile poligonale (fig. 3.43, *a*, *b*, *c*) precum şi canale simetrice, cînd nu se dispune pe dispozitive speciale.

Prismele *V* se execută din oţel de cementare, călit la duritatea de 60—62 *HRC*, avînd toate suprafeţele rectificate.

3.6.9. **Dispozitiv de strîngere cu vîrfuri.** Pentru rectificarea de precizie a unor piese simetrice faţă de axă, se foloseşte dispozitivul cu vîrfuri (fig. 3.44).

Suprafaţa superioară a vîrfurilor este aplatisată, astfel ca înălţimea suprafeţei deasupra centrelor să fie minimă. În felul acesta, există posibilitatea de a rectifica suprafeţe plane faţă de o axă (la piese cilindrice cu diametrul mic) şi a rectifica profiluri mici.

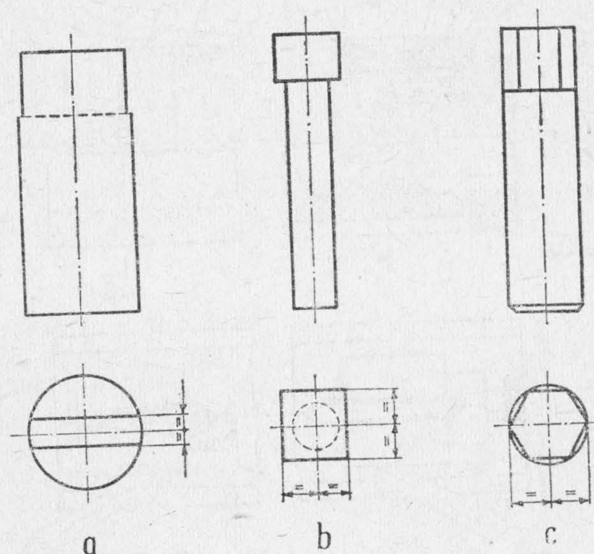


Fig. 3.43. Profile rectificate în prisma *V*:
a — rectificarea unui canal simetric; *b* — rectificarea unui pătrat simetric; *c* — rectificarea unui hexagon.

Dispozitivul este format dintr-o placă de bază *1* în care este frezat un canal în formă de *T*. În canal se deplasează suporţii cu vîrfuri *3* şi *4* care printr-un excentric acţionat de manetele *10* şi *16* se pot fixa în poziţia dorită. Placa de bază este executată din fontă, iar suporţii sînt din oţel cementat şi călit.

Toate suprafeţele de ghidare sînt rectificate.

3.6.10. **Cala reglabilă.** În cazul rectificării pieselor în dispozitivul de strîngere cu vîrfuri, acestea se blochează cu ajutorul unei cale reglabile (fig. 3.45) pentru a nu se roti.

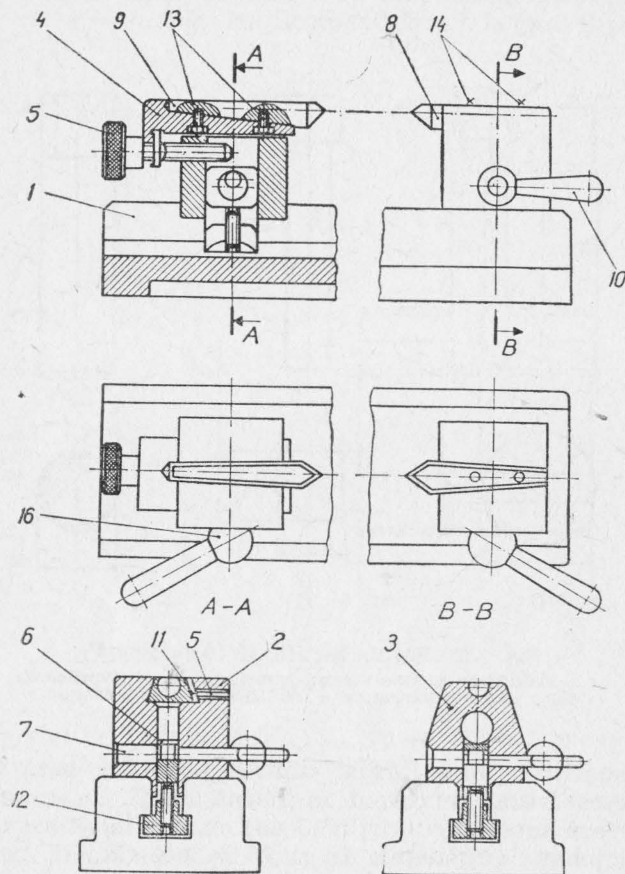


Fig. 3.44. Dispozitiv de strîngere cu vîrfuri:
1 — placă de bază; *2* — suportul vîrfului mobil; *3* — suportul vîrfului fix; *4* — ghidajul vîrfului; *5* — șurub; *6* — piesă de blocare; *7* — excentric; *8* — vîrf; *9* — vîrf; *10* — mîner; *11* — pană; *12* — piuliță; *13* — șurub; *14* — șurub; *15* — șurub; *16* — cui cilindric.

Cala se compune din două pene care glisează pe un canal, în formă de coadă de rîndunică, cele două pene se îmbină sub un unghi de 6—8°.

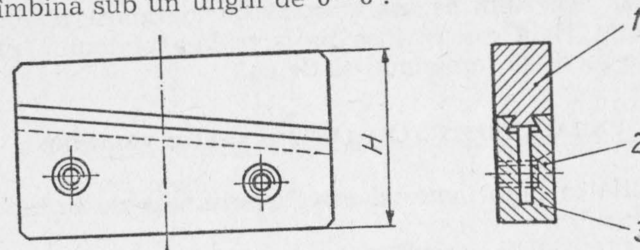


Fig. 3.45. Cală reglabilă:
1 — pană înclinată; *2* — șurub; *3* — pană înclinată.

Prin deplasarea celor două piese, una față de cealaltă, se poate varia înălțimea *H* a calei.

Reglarea ajustajului în cazul uzurii se face prin strîngerea șuruburilor. Penele sînt din oțel de cementare, călit, avînd suprafețele rectificate.

3.6.11. Echerul cu talpă, se folosește la așezarea pieselor cu praguri sau cu canale, paralel cu glisierele mașinii. El se compune dintr-o talpă prevăzută cu un canal, în care se montează rigla (fig. 3.46).

Suprafețele tălpii și ale riglei, inclusiv canalul, sînt rectificate la 90°. Unghiul dintre bază

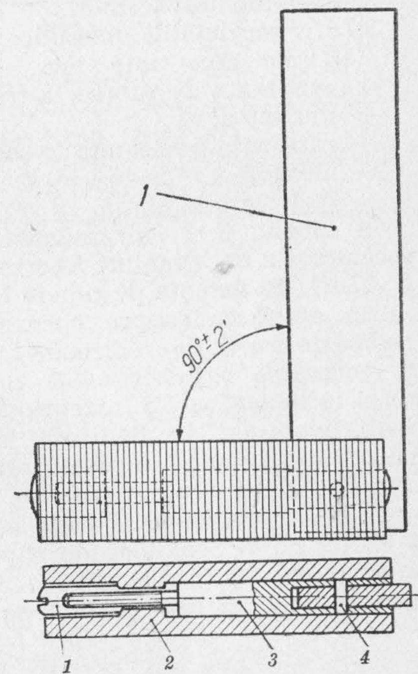


Fig. 3.46. Echer cu talpă:
1 — riglă; *2* — piuliță de strîngere; *3* — baza echerului; *4* — șurub; *5* — cui cilindric.

şi riglă, după montare este perfect (90°) şi se controlează pe placa de control.

Baza echerului se aşază lipită de marginea platoului magnetic, rigla este strînsă pe suprafaţa platoului, piesa care se rectifică rezemîndu-se de ea.

3.7. CARACTERISTICILE MATERIALELOR FEROASE

Calitatea unui material este determinată de următorii factori:

— proprietăţi mecanice;
— compoziţie chimică;
— structura;
— tratamentele termice.

3.7.1. Proprietăţile mecanice ale materialelor feroase.

Cele mai importante sînt:

— rezistenţa de rupere la tracţiune;
— duritatea;
— rezilienţa (rezistenţa la şoc);
— alungirea;
— rezistenţa la uzură.

În tabelul 3.12 sînt redate principalele caracteristici mecanice ale unor oţeluri frecvent folosite.

3.7.1.1. **Rezistenţa de rupere la tracţiune.** Aceasta, constă în aplicarea asupra epruvetei a unei sarcini progresive de tracţiune în direcţia axei longitudinale a piesei. Încercarea se execută la o maşină de încercat ce există în laboratoarele întreprinderilor.

Epruveta este o bară rotundă executată din materialul care trebuie încercat, asupra căreia se aplică o forţă din ce în ce mai mare pînă cînd se produce ruperea.

Dacă se notează cu: F forţa la care s-a produs ruperea în N, iar cu A secţiunea de rupere a epruvetei, în mm, se va putea afla rezistenţa de rupere la tracţiune σr a materialului încercat aplicîndu-se formula:

$$\sigma r = \frac{F}{A} \text{ [N/mm}^2\text{]}.$$

3.7.1.2. **Determinarea durităţii unui material.** Aceasta se determină apăsîndu-se pe suprafaţa acestuia cu un

Tabelul 3.12

Caracteristici mecanice ale unor oţeluri

Denumirea		Materialul: Simbol	Materialul: STAS	Încercarea la tracţiune STAS 200-61: Rezistenţa la rupere σr N/mm²	Limita la curgere σc N/mm²	Lungimea specifică la rupere δs %	Duritatea Brinell HB daN/mm²	Tratament termic	Duritatea după tratamentul termic HRC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oţel carbon obişnuit laminat la cald		OL 00 H OL 34 OL 38 OL 42 OL 50 OL 60 OL 70	500-63	min 32 34–42 38–47 42–52 50–62 60–72 min 70	— 19–22 21–24 24–26 26–28 30–31 —	18 31 25–27 23–25 19–21 14–16 10–11			
Oţel carbon de calitate	Oţeluri pentru cementare	OLC 10 OLC 20	880-66	34 42	21 25	31 26	137 156	Cementat	56
	Oţeluri pentru îmbunătăţire	OLC 25	880-66	46 48	28 30	25 24	170	Îmbunătăţit	45
		OLC 35	880-66	52 55	32 34	22 21	187	Îmbunătăţit	49

Tabelul 3.12 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		OLC 45	880-66	62 65	36 38	18 17	229	Îmbunătățit	50
		OLC 60	880-66	72 75	40 43	14 13	255	Îmbunătățit	60
Oțel aliat pentru construcții de mașini	Oțeluri pentru cementare	15C07	791-63	70	50	12	187	Cementare Călire și revenire joasă	54...62
		13CN23		85	65	12	207		
		13CN33		95	75	10	217		
		15MoMC12		85	65	10	207		
		21MoMC12		110	85	8	217		
		18MoCN06		85	65	12	217		
		18MoCN13		95	75	10	217		
		17MC10		85	65	10	207		
		21TMC12		110	90	9	217		
		28TMC12		140	120	9	229		
	Oțeluri pentru îmbunătățire	41C10	791-63	80	70	10	217	Îmbunătățit	38...60
		32M13		65	45	16	217		
		36M17		70	50	14	217		
		36MS12		80	60	14	217		
		39SC15		100	85	12	255		
		42VC10		90	75	11	241		
		50VC11		95	80	10	235		
		53MoC11		85	65	12	217		
		41MoC11		95	75	10	217		

penetrator dintr-un material dur și examinîndu-se amprenta lăsată de acesta pe materialul care se încearcă.

Cele mai folosite tipuri de aparate pentru încercarea durității sînt:

— aparatul Brinell;
— aparatul Vickers;
— aparatul Rockwell;
— aparatul Shore.

Încercarea de duritate Brinell constă în apăsarea cu o forță F, un timp dat, pe piesa de încercat, a unei bile de oțel de diametru D și măsurarea diametrului d a urmei lăsate de bilă după îndepărtarea sarcinii (fig. 3.47).

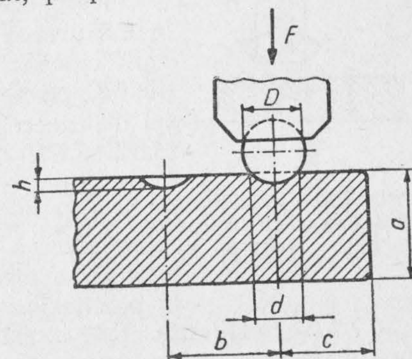


Fig. 3.47. Principiul încercării de duritate Brinell.

Duritatea se exprimă în unități Brinell (*HB*).

Grosimea minimă a piesei de încercat va fi de cel puțin 8 ori adîncimea urmei h exprimată în mm.

Încercarea la duritate Vickers constă în apăsarea cu o sarcină F, un timp dat, pe piesa de încercat a unui penetrator piramidal, cu baza pătrată, avînd unghiul la vîrf de 136°, și în măsurarea diagonalei d a urmei lăsate pe suprafața piesei de încercat, după îndepărtarea sarcinii (fig. 3.48).

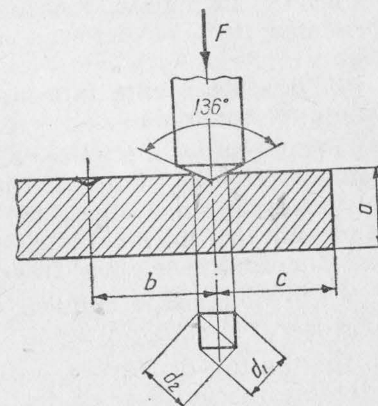


Fig. 3.48. Principiul încercării de duritate Vikers.

Duritatea Vickers are simbolul *HV*.

Încercarea de duritate Rockwell constă în apăsarea unui penetrator sub formă de con de

diamant sub o sarcină inițială F și alta suplimentară, apoi măsurarea adîncimii de pătrundere e după îndepărtarea sarcinii (fig. 3.49).

Aparatul Rockwell are trei scări A; B; C și se notează *HRA*; *HRB* și *HRC*. Cea mai folosită este scara C.

Penetratorul conic pentru încercarea Rockwell c este constituit dintr-un con de diamant cu unghiul la vîrf de 120°. Axa conului coincide cu axa monturii penetratorului.

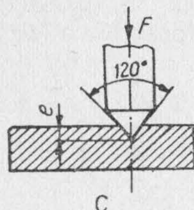


Fig. 3.49. Principiul încercării de duritate Rokwell *C*.

Încercarea de duritate Shore constă în măsurarea înălțimii de ricoșare a unui ciocănel de masă dată care cade liber și perpendicular pe suprafața piesei de încercat. Duritatea Shore se notează cu *SH*. Ciocănelul este format dintr-un cilindru de oțel avînd la un capăt un vîrf de diamant rotunjit în formă de calotă sferică. Căderea ciocănelului trebuie să se producă liber, aparatul stînd în poziție verticală.

3.7.1.3. **Reziliența.** Este măsura rezistenței materialelor la rupere prin șocuri (lovituri) și se măsoară în daNm/cm².

3.7.1.4. **Alungirea.** Este o caracteristică ce indică proprietatea de a se deforma a unui metal supus la tracțiune.

3.7.1.5. **Rezistența la uzură.** Aceasta se determină pe cale experimentală.

Proprietățile mecanice ale materialelor sînt dependente unele de altele. În general, cu cît rezistența și duritatea sînt mai mari, cu atît alungirea și rezistența la șoc sînt mai mici. Cu alte cuvinte, cu cît materialul este mai dur, cu atît este mai fragil.

3.7.2. **Compoziția chimică.** Oțelurile au ca elemente de bază fierul și carbonul (pînă la 1,7% C).

Conținutul de carbon influențează foarte mult proprietățile mecanice și de tratament termic. Cu cît conținutul de carbon este mai mare, cu atît oțelul are rezistența și duritatea mai mare. În schimb el este mai fragil, mai puțin rezistent la șoc. Oțelurile cu conținut mare de carbon se pot căli obținîndu-se durități mari.

La oțeluri, pe lîngă cele două elemente de bază se mai adaugă și alte elemente ca: manganul Mn, vanadiul Va, siliciul Si, cromul Cr, wolframul W, molibdenul Mo, nichelul Ni și cobaltul Co. Acestea se numesc elemente de aliere și prin adăugarea lor se obțin proprietăți mecanice superioare.

Astfel:

— manganul și cromul favorizează călirea și măresc rezistența la uzură;

— wolframul, molibdenul și vanadiul măresc capacitatea de așchiere, care se menține și la temperaturi înalte de 400—500°C;

— nichelul dă o rezistență la șoc sporită;

— cobaltul mărește foarte mult rezistența la uzură.

3.7.3. **Structura oțelurilor.** Oțelurile au o structură cristalină; cristalele se pot vedea bine la microscop, în laborator. Forma și mărimea cristalelor influențează și ele proprietățile mecanice ale unui oțel.

Două piese care au aceiași compoziție chimică, însă au structuri diferite, una cu cristale mari și alta cu cristale mici (fine) se vor comporta deosebit în exploatare.

De cele mai multe ori, o structură necorespunzătoare se datorește unei forjări defectuoase sau unui tratament termic greșit.

3.7.4. **Tratamentele termice.** Proprietățile mecanice ale metalelor pot fi modificate esențial prin tratamente termice sau termochimice. În stare obișnuită, oțelurile pentru scule nu pot fi utilizate. Numai prin tratamente termice se obțin durități ridicate, necesare sculelor așchietoare sau de ștanțat. Tratamentul termic este o succesiune de operații constînd, în principiu, dintr-o încălzire, menținere la temperatură și răcire cu o anumită viteză, în scopul obținerii unei structuri corespunzătoare și a unor anumite proprietăți. Încălzindu-se un oțel, se constată că la o anumită temperatură structura lui se modifică și materialul are alte proprietăți. Temperaturile (punctele) la care se produc aceste transformări fizice depind de conținutul de carbon și de elementele de

aliere, și se numesc puncte critice. La încălzirea unui oțel apar mai multe puncte critice.

Punctele critice ale oțelurilor rezultă din diagramele de echilibru.

Pentru tratamentele termice sînt importante două categorii de puncte critice:

— temperaturile (punctele) la care începe să se formeze austenita;

— temperaturile (punctele) la care se termină acest proces de formare și la care în toată masa metalului există o singură structură austenitică.

Austenita este structura oțelului stabilită la temperaturi înalte, nemagnetică.

La oțelurile carbon, temperatura la care începe transformarea în structura austenitică este de 721°C; temperatura la care sfîrșește această transformare, variază în funcție de procentul de carbon între 721 și 1 140°C.

Cele mai importante tratamente termice sînt:

3.7.4.1. **Recoacerea.** Este tratamentul termic care constă în încălzirea deasupra primului punct de transformare, menținerea la această temperatură un timp îndelungat și răcirea lentă în cuptor. Recoacerea are drept scop:

— înmuierea materialului în vederea unei prelucrări mai ușoare;

— înlăturarea tensiunilor interne provenite de la răcirea neuniformă a piesei la operațiile de forjare, turnare etc.;

— îmbunătățirea structurii, prin micșorarea și uniformizarea dimensiunilor cristalelor.

3.7.4.2. **Călirea.** Este tratamentul termic care constă în încălzirea piesei puțin deasupra punctului al doilea de transformare, urmată de o răcire rapidă. Prin acest procedeu se obține o structură specială (martensită) care este foarte dură.

Trebuie remarcat că odată cu ridicarea durității prin călire se mărește și fragilitatea materialului.

Călirea se obține numai atunci cînd viteza de răcire este mai mare decît așa numita viteză critică, care depinde de conținutul de carbon și de elementele de aliere.

La oțelurile carbon, mediul de răcire este apa, care răcește cu viteza de 500°C/s.

La oțelurile aliate pentru scule, care au o viteză critică mai mică, răcirea se face în ulei cu viteza de 150°C/s, în aer sau chiar în băi de săruri topite, care au temperaturi de 200—500°C.

La călire suprafața materialului care vine în contact direct cu mediul de răcire se răcește mai repede și miezul mult mai încet. Din această cauză duritatea spre interior scade.

La oțeluri aliate, pătrunderea călirii spre interiorul piesei este mai mare. De acest fenomen trebuie să se țină seamă în special cînd se lucrează cu oțeluri slab aliate. Prin rectificare prea adîncă se poate ajunge la straturi moi.

Se deosebesc mai multe procedee de călire:

— călire obișnuită, într-un singur mediu de răcire;

— călire în două medii, apă și apoi ulei sau ulei și apoi aer;

— călire în trepte, la care călirea se execută în două etape: prima în băi de săruri topite la o temperatură de 200—500°C și a doua în aer sau ulei. Acest tratament se aplică oțelurilor bogat aliate, care au viteză critică de răcire mică;

— călirea superficială, la care încălzirea se execută numai local, pe suprafață, prin curenți de înaltă frecvență sau flacără oxiacetilenică.

3.7.4.3. **Revenirea.** Este tratamentul termic aplicat unui material călit, care se realizează prin încălzirea piesei la temperaturi sub punctele critice (între 150 . . . 600°C), menținerea la această temperatură urmată de răcire, de obicei lentă.

Se aplică două procedee de revenire:

— Revenirea joasă la temperaturi de 150 . . . 200°C care are ca scop înlăturarea tensiunilor interne, fără a micșora duritatea decît foarte puțin (cu 1 . . . 2 unități *HRC*).

— Revenirea înaltă la temperaturi de 400 . . . 600°C, prin care duritatea materialului tratat se micșorează mult. Prin aceasta se înlătură fragilitatea și se obține o rezistență la șoc mărită.

La oțelurile de construcție, tratamentul de călire urmat de o revenire înaltă se numește *îmbunătățire*. Prin îmbunătățire se obțin piese cu σr de 70 ... 110 daN/mm².

3.7.4.4. **Tratamentul termochimic.** Se aplică în scopul măririi durității suprafeței și a rezistenței la uzură. Tratamentele termochimice mai importante sînt:

— cementarea (difuziunea carbonului), adică îmbogățirea cu carbon a stratului de la suprafața unei piese din oțel cu conținut mic de carbon;

— cementarea în mediu solid se realizează prin încălzirea pieselor peste al doilea punct de transformare într-un mediu carburant. În acest scop, piesele se așază în cutii și se împachetează ermetic cu un mediu carburant cum este mangalul amestecat cu carbonat de bariu; după aceea se introduc în cuptor, unde se mențin, în funcție de grosimea stratului de carburare între 2 ore și 12 ore.

Datorită încălzirii, carbonul din mediul de carburare, în urma unor reacții chimice, difuzează în straturile superficiale ale piesei. Se obțin astfel două structuri: cea interioară cu conținut mic de carbon și cea exterioară, cu conținut mai mare de carbon.

Cementarea în mediu gazos, se folosește în ultimul timp și se efectuează în cuptoare cu gaz metan. Se știe că gazul metan este o hidrocarbură care, prin încălzire, cedează carbonul. Acesta pătrunde în piese mărind conținutul de carbon în stratul superficial.

Piesele cementate se supun unei căliri în apă sau ulei pentru creșterea durității superficiale.

Datorită călirii, partea exterioară a piesei devine dură, în timp ce miezul tenace, din cauza conținutului său mic de carbon.

Uneori este necesar să se cementeze numai o parte dintr-o piesă; în aceste cazuri partea care trebuie să rămînă moale se protejează prin cuprare.

În general cementarea se aplică pieselor cu conținut mic de carbon (0,10 ... 0,20%C). Stratul superficial cementat și călit ajunge la durități de 57—62 *HRC*.

Alte tratamente termochimice sînt:

— nitrurarea (difuziunea azotului) este saturarea cu azot a suprafeței piesei;

— cianizarea este tratamentul termochimic de saturare simultană cu carbon și azot.

Nitrurarea și cianizarea se aplică relativ în același scop ca și cementarea.

3.8. LUCRĂRI PRIN RECTIFICARE

3.8.1. **Rectificarea și ascuțirea capetelor de frezat.** Ascuțirea cuțitelor capetelor de frezat constă în rectificarea fețelor de așezare și degajare în stare montată în dispozitive (fig. 3.50) care asigură realizarea unghiurilor respective; realizînd o calitate superioară a suprafeței prelucrate și o mare productivitate.

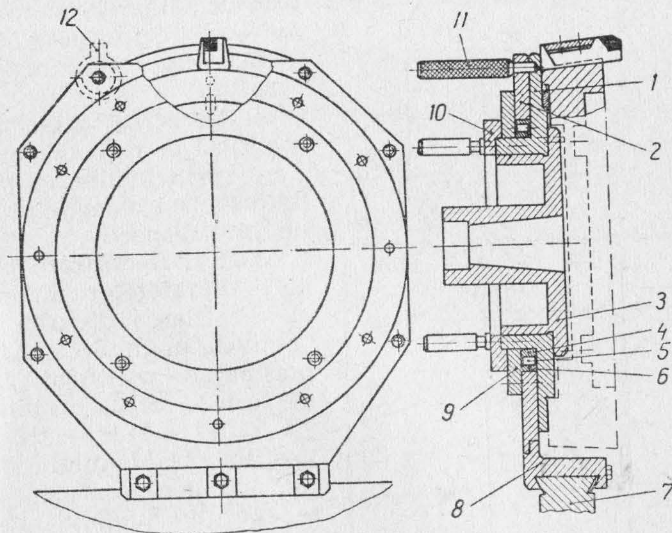


Fig. 3.50. Dispozitiv de ascuțit capete de frezat cu cuțite multiple.

Dispozitivul pentru ascuțirea capetelor de frezat se compune din următoarele părți componente:

Talpa *8* pe care este fixată placa *2* se montează prin coadă de rîndunică pe masa *7* a mașinii de ascuțit scule.

Pe corpul *1* se rotește fără joc în suport flanșa *3* în care se poate fixa dornul, pentru ascuțit capete de frezat de diametre mai mici, un distanțier *9* și un capac de strîngere *10*. Corpul *1* are un umăr de așezare pe care se fixează capul de frezat de diametru mare (∅ 480 mm) cît și coroana divizată pentru 24 cuțite (24 găuri).

Dornul de centrare *11* asigură rigiditatea sistemului în timpul prelucrării (ascuțirii cuțitelor), iar cu un comparator *12* fixat în partea superioară a dispozitivului se verifică activ ascuțirea.

Dispozitivul asigură ascuțirea în bune condițiuni a capetelor de frezat cu 4, 6, 8, 12 și 24 cuțite.

3.8.2. **Rectificarea plană a suprafețelor înclinate.** Rectificarea plană a suprafețelor înclinate se poate executa prin următoarele metode:

— prin profilarea discului abraziv la unghiul cerut;

— așezarea piesei de rectificat pe rigla de sinus;

— prin înclinarea platoului electromagnetic la unghiul respectiv.

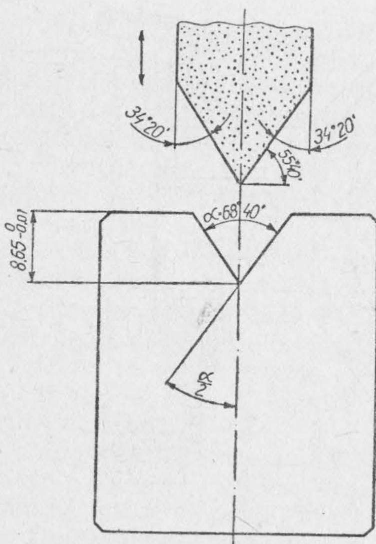


Fig. 3.51. Profilarea plană cu suprafețe înclinate.

3.8.2.1. **Rectificare plană a suprafețelor înclinate.** Profilarea discului abraziv la unghiul cerut pe mașina de rectificat plan se face în felul următor:

Avînd de rectificat profilul șablonului din fig. 3.51 la care se cere să se execute unghiul $\alpha = 68°40'$ simetric față de perpendiculara care trece prin vîrful unghiului α, acest profil se execută complet în discul abraziv.

Profilul șablonului se execută brut prin frezare, se tratează termic și pe urmă se rectifică laturile perpendicular

Se profilează discul abraziv, pe ambele părți, cu ajutorul diamantului și a riglei de sinus, la unghiul

$$90° - \frac{\alpha}{2} = 90° - \frac{68°40'}{2} = 90° - 34°20' = 55°40'$$

pînă cînd la periferia discului se obține o muchie ascuțită, prin intersecția celor două suprafețe profilate.

Unghiul α se verifică cu microscopul, iar în lipsa acestuia cu rigla de sinus și comparatorul, așezînd cale sub rigla de sinus pentru unghiul $\frac{\alpha°}{2}$. Cota 8,65 mm se măsoară indirect (vezi probleme fig. 3.65).

3.8.2.2. **Rectificarea plană a suprafețelor înclinate, cu ajutorul riglei de sinus.** Operația se face în felul următor avînd de rectificat o piesă sub formă de pană cu unghiul de 18°, se așază pe rigla de sinus, asigurîndu-i-se strîngerea lîngă un colțar cu o clemă, iar sub cilindrul riglei de sinus se așază pachetul de cale.

Înainte de executarea unghiului, pana trebuie să fie perfect rectificată la 90° pe toate suprafețele. Capătul mai

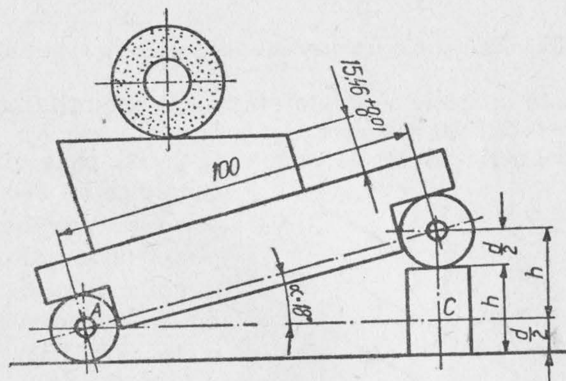


Fig. 3.52. Rectificarea penelor unghiulare cu riglă sinus.

îngust al penei trebuie să aibă conform desenului, cota de $15{,}46^{+0{,}01}$, iar unghiul de înclinare 18° (fig. 3.52).

Dimensiunea de 15,46 mm se măsoară indirect cu un dorn de ∅ 10 mm și cale plan paralele (v. fig. 3.66).

3.8.2.3. Rectificarea suprafeţelor înclinate pe maşini de rectificat plan prin înclinarea platoului electromagnetic.

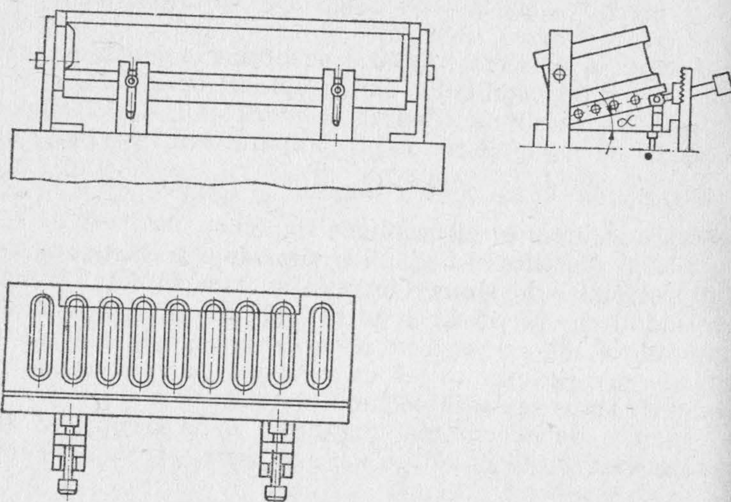


Fig. 3.53. Platou electromagnetic înclinabil cu rigle sinus.

Această operaţie se poate efectua la majoritatea maşinilor de rectificat plan cu ax orizontal care au platoul electromagnetic aşezat la capete pe două rigle sinus cu lungimea de 200 mm şi care se pot înclina în plan orizontal cu un unghi maxim de 45° pe direcţie transversală a mesei (fig. 3.53).

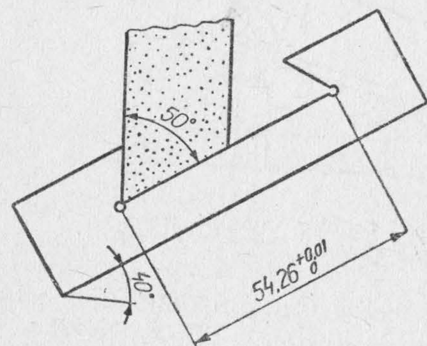


Fig. 3.54. Rectificarea cozii de rîndunică.

În cazul acesta se introduc sub cilindrii riglelor de sinus pachetele de cale plan-paralele care dau înclinaţia respectivă a platoului electromagnetic.

Rectificarea pe platoul electromagnetic înclinat la 40° a ghidajului în formă de coadă de rîndunică se face după ce discul abraziv a fost ascuţit la 50° cu ajutorul diamantului şi a riglei de sinus (fig. 3.54). Piesa este prevăzută cu degajări la intersecţia celor două suprafeţe de rectificat. Dimensiunea $54{,}26^{+001}$, se măsoară indirect (vezi probleme fig. 3.67).

3.8.3. **Rectificarea calibrelor de lungime şi înălţime.** Finisarea calibrelor pentru controlul pragurilor şi al lungimilor se execută prin rectificare pe maşina de rectificat plan.

Calibrul pentru măsurarea pragurilor (fig. 3.55) trebuie să aibă suprafeţele *A*, *B* şi *C* paralele între ele.

În prima fază se rectifică paralel bazele extreme, se formează un pachet de cale egal cu cota *NT*, care se aşază sub bază. Se fixează calibrul pe un colţar, baza trebuie să se rezeme, cu toată suprafaţa, pe pachetul de cale plan-paralele, urmînd rectificarea suprafeţelor *B* şi *C* (fig. 3.55, a).

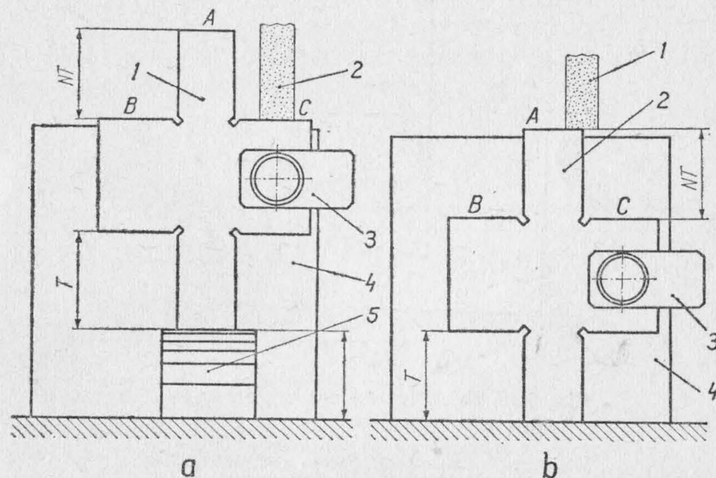


Fig. 3.55. Rectificarea cotei unui calibru pentru controlul pragurilor:

a — rectificarea suprafeţelor *B* şi *C*; *b* — rectificarea suprafeţei; *1* — calibru; *2* — disc abraziv; *3* — clemă de strîngere; *4* — colţar; *5* — pachet de cale.

Se îndepărtează pachetul de cale, iar calibrul se așază pe placa electromagnetică perfect curățată de firișoarele de praf. Se strînge calibrul față de colțar și se rectifică fără ca discul abraziv să fie mișcat pe verticală (fig. 3.55, b). După aceiași metodă se rectifică și partea T.

Controlul ambelor părți se face pe placa de control cu comparatorul și cu calele plan-paralele.

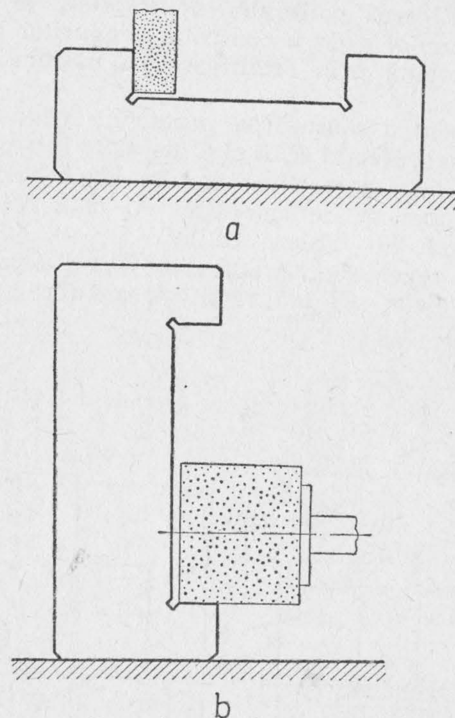


Fig. 3.56. Rectificarea calibrelor de lungime:
a — rectificarea cu partea laterală a discului abraziv; b — rectificarea unui calibru cu periferia pietrei abrazive oală.

Calibrele de lungime se rectifică pe mașina de rectificat plan, cu partea laterală a discurilor abrazive (fig. 3.56 a), sau pe mașina de rectificat calibre potcoavă.

Calibrele mari pînă la 1 m, se rectifică pe mașina de rectificat plan, cu ajutorul unei pietre abrazive oală (fig. 3.56 b).

Se prelucrează paralel prin rectificare cele două fețe laterale apoi se așază pe placa electromagnetică și se rectifică interiorul cu piatra oală la cotă, o parte și apoi cealaltă.

3.8.4. **Rectificarea plană a pieselor subțiri.** Rectificarea plană a pieselor subțiri, cum sînt calibrele pentru controlul canelurilor, lamelele de ambreiaj sau alte piese ale căror toleranțe sînt foarte strînse, impun un regim de rectificare prin care să se poată realiza în același timp, atît cota cît și planitatea. Cota piesei se măsoară cu micrometrul sau cu pasametrul, iar planitatea se controlează cu rigla cuțit.

Piesele subțiri și lungi, tratate termic, se curbează și, înainte de rectificarea plană, trebuie redresate. Ca metodă de redresare se folosește ciocănirea, pe partea concavă, cu un ciocan din oțel călit (fig. 3.57).

Prin ciocăniri ușoare și repetate, fibrele de la fața lovită se întind, readucînd piesa în poziția plană.

Redresarea cu ciocanul a pieselor subțiri este o operație pretențioasă și cere experiență.

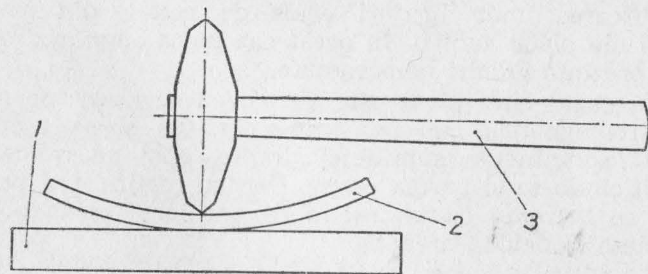


Fig. 3.57. Redresarea pieselor subțiri tratate termic, prin ciocănire:
1 — placă metalică; 2 — piesă de îndreptat; 3 — ciocan de îndreptat.

Dacă piesa este întinsă prea mult, concavitatea apare pe partea opusă. Loviturile trebuie astfel date încît să nu rămînă urme după rectificarea finală a piesei. Piesele

mari călite se redresează, cu o presă de mînă, prin încălzire joasă, în zona cea mai deformată.

La rectificarea pieselor pe mașinile de rectificat plan, concavitatea se produce întotdeauna în partea de contact cu discul abraziv (fig. 3.58).

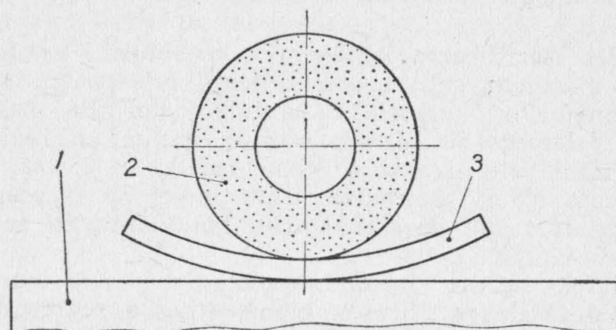


Fig. 3.58. Producerea curburii la piesele subțiri ce se rectifică plan:
1 — placă electromagnetică; 2 — disc abraziv; 3 — piesă de rectificat.

Cea mai bună metodă de a preveni deformarea este rectificarea unor straturi egale de metal, din ambele părți ale plăcii subțiri. În acest caz placa rămîne dreaptă sau prezintă îndoiri neînsemnate.

În cazul cînd piesa este curbă, ea se așază pe placa electromagnetică cu convexitate în sus și se rectifică pînă la obținerea suprafeței drepte, apoi se reîntoarce rectificîndu-se și partea opusă. Pentru rectificarea primei fețe se lucrează cu un regim de așchiere intens pentru ca piesa să devină dreaptă.

La ultimile treceri, cînd adîncimea de așchiere este de 0,005—0,01 mm, piesele se ung cu un strat subțire de ulei, pentru ca să adere mai bine de platoul electromagnetic.

Curbarea pieselor subțiri se poate reduce complet cînd se folosesc lichide de așchiere.

3.8.5. **Rectificarea lamelelor de ambreiaj.** Lamelele pentru ambreiaj sînt piese subțiri de formă circulară avînd

la interior sau exterior un profil (fig. 3.59). Operația principală după tratamentul termic este rectificarea plană care se execută pe mașini de rectificat plan cu ax vertical.

Lamelele de ambreaj fac parte din categoria pieselor subțiri care prezintă dificultăți la rectificarea plană din următoarele motive:

— volumul mic de material conținut de piesă, atrage după sine și o strîngere slabă a piesei pe platoul electromagnetic, scăzînd posibilitatea de fixare rigidă în timpul lucrului;

— lamelele au o grosime destul de mică (2 mm), sînt ușor deformabile datorită căldurii ce se naște între discul abraziv și piesă.

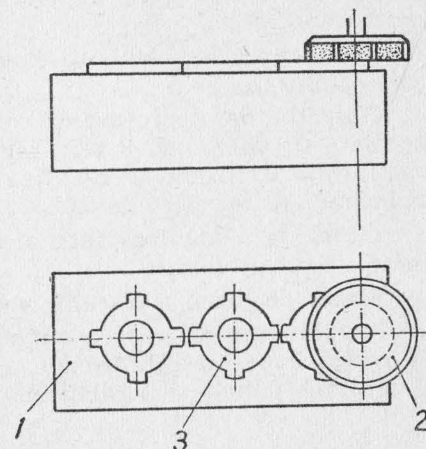


Fig. 3.59. Rectificarea lamelelor de ambreaj pe masa electromagnetică:
1 — masă electromagnetică; 2 — piese; 3 — disc abraziv.

Aceste inconveniente se pot înlătura prin aplicarea unei tehnologii de rectificare specifică pieselor subțiri, care constă în rectificări repetate pe o parte și pe alta, pe mașini de rectificat plan cu ax vertical, folosindu-se lichide de așchiere.

Lamelele pentru ambreaj în prealabil se ștanțează, după care urmează o operație de îndreptare pentru a elimina deformările provenite de la ștanțare. După operația de îndreptare se tratează termic în dispozitive.

Piesele după ce au fost unse cu un strat subțire de ulei se așază pe platoul electromagnetic și se face cuplarea circuitului electromagnetic.

Înainte de începerea rectificării se corectează discul abraziv cu diamantul pe partea frontală după care se apropie de piese, pînă cînd se observă o semităiere fină, ceea ce înseamnă că a atins suprafața piesei celei mai înalte.

Discul abraziv se alege în funcţie de calitatea materialului din care sînt executate lamelele, cît şi felul în care se face rectificarea.

Lamelele se execută din oţel, tratat termic, avînd o duritate de 56—62 *HRC*. În acest caz se alege o piatră de duritate moale *I* sau *J* pentru a nu se produce deformarea suprafeţei.

Rectificarea lamelelor se execută în două faze: degroşare şi finisare.

Operaţia de degroşare se execută cu adîncimea de aşchiere de 0,02 ... 0,03 mm, iar adaosul de finisare care rămîne de 0,03 mm se rectifică prin treceri repetate cu adîncimea de aşchiere de 0,005 ... 0,008 mm.

Viteza de avans longitudinal este cuprinsă între 8—11 m/min pentru oţel călit.

Viteza de lucru a discului abraziv este de 30—35 m/s.

În fabricaţia de serie a cuplajelor cu lamele, lamelele se rectifică pe maşini speciale, care asigură o mare precizie dimensională şi paralelism.

3.9. PRELUCRĂRI DE NETEZIRE

Prelucrările de netezire sînt prelucrări mecanice prin care se urmăreşte obţinerea unei calităţi superioare a suprafeţei piesei.

Aceste prelucrări se aplică următoarelor două grupe de suprafeţe:

— suprafaţa fără precizie, la care se urmăreşte numai obţinerea aspectului şi a calităţii de protecţie anticorosivă;

— suprafeţe de precizie, la care se urmăreşte atît obţinerea aspectului cît şi precizia dimensională.

Prelucrarea de netezire a suprafeţelor fără precizie se execută prin lustruire.

Prelucrarea de netezire a suprafeţelor de precizie este operaţia prin care stratul de adaos al materialului este îndepărtat de pe piesă prin procedeele de suprafinisare, honuire şi lepuire.

3.9.1. Lepuirea bielei la maşina de cusut. Prelucrarea prin lepuire a bielelor la maşinile de cusut se face semimecanic, scula fiind chiar piesa conjugată arborele cotit).

Procedeul de prelucrare este următorul: arborele se fixează în universalul unui strung (fig. 3.60), iar biela se

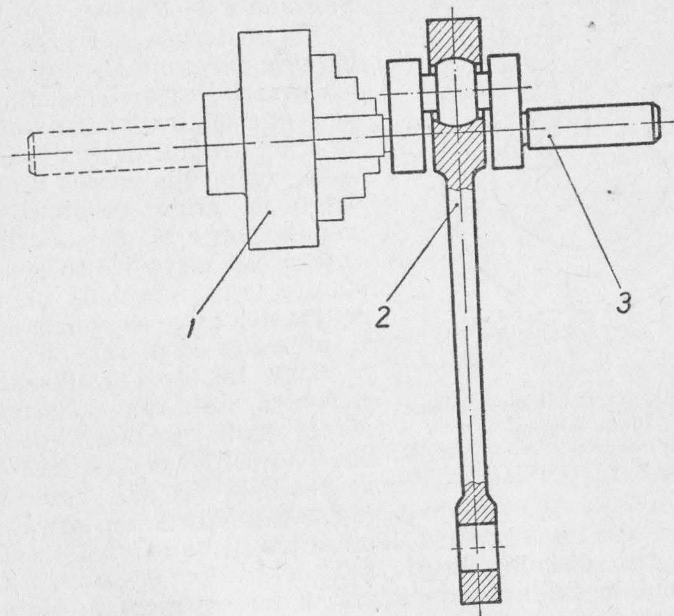


Fig. 3.60. Lepuirea bielei la maşina de cusut:
1 — dispozitiv de prindere; 2 — bielă; 3 — arbore cotit.

montează pe manetoul arborelui cotit cu ajutorul celor două şuruburi care fixează capul bielei de corp.

Arborele cotit fixat în universal primeşte o mişcare de rotaţie, atingînd între 60—80 rot/min, iar biela ocupînd o poziţie staţionară fiind ţinută manual. Suprafeţele celor două piese se lepuiesc reciproc, presiunea fiind reglată cu ajutorul celor două şuruburi a capului bielei care nu trebuie să depăşească 5 daN/cm^2.

Adausul de prelucrare pentru lepuire este de 0,005—0,02 mm şi pentru a se obţine precizia necesară trebuie

ca operaţia anterioară de lepuire, adică rectificarea interioară să fie executată cu foarte mare grijă.

Pentru asigurarea unei productivităţi ridicate la lepuirea bielelor se folosesc dispozitive specifice cu ajutorul cărora se asigură lepuirea simultană a 6—8 biele.

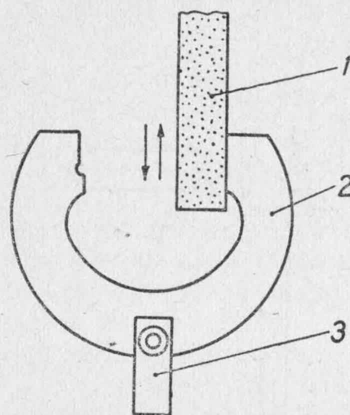


Fig. 3.61. Rectificarea calibrului potcoavă:
1 — disc abraziv; 2 — calibru potcoavă; 3 — dispozitiv de strîngere.

Ca materiale abrazive se folosesc, în general, pulberi, iar pentru lepuirea de finisare micropulberi ca: oxidul de crom, miniul de fier, paste în compoziţia cărora intră oxidul de crom ca abraziv, acidul stearic şi oleic ca lianţi; aceste se aplică în strat subţire între cele două piese conjugate, care se umezeşte în prealabil cu petrol.

3.9.2. **Lepuirea calibrelor potcoavă.** Calibrele potcoavă se pot lepui pe maşini speciale, unde din aceiaşi fixare se rectifică şi se lepuiesc (fig. 3.61). Viteza periferică a discului de fontă pentru lepuire va fi mult mai mică decît viteza discului abraziv.

Lepuirea calibrelor potcoavă se face şi manual: piesa se aşază pe suprafaţa plăcii de fontă, care este fixată într-o menghină şi, prin deplasări pe suprafaţa plăcii se îndepărtează stratul subţire de metal (fig. 3.62).

Scopul procesului de lepuire este formarea unei suprafeţe precise şi corecte. Nu se admite ca suprafaţa lepuită să aibă defecte ca, de exemplu: denivelări sau rotunjiri. Pentru evitarea acestora trebuie ca eforturile aplicate piesei în timpul lepuirii să fie repartizate uniform.

Efortul vertical, adică apăsarea pe scula de lepuit trebuie să fie perpendicular pe suprafaţa de lucru a acesteia, iar punctul lui de aplicare să se găsească cît mai aproape de lucrător. Efortul orizontal care creiază cursa piesei trebuie aplicat cît mai aproape de suprafaţa de lepuit, centrul de greutate trebuind să se afle în

mijlocul suprafeţei care se lepuieşte. Lepuirea se face prin mişcări de dute-vino ale calibrului pe suprafaţa sculei. Nerespectarea acestor condiţii de lucru duce, inevitabil, la rotunjirea suprafeţei.

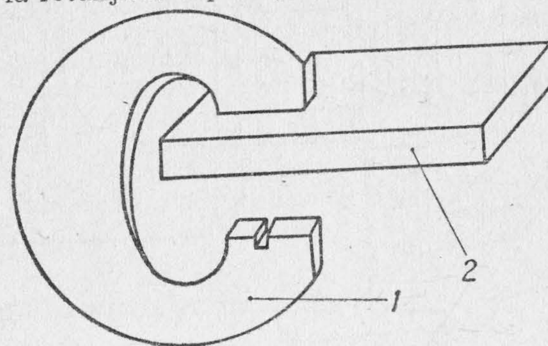


Fig. 3.62. Lepuirea calibrelor potcoavă:
1 — calibru potcoavă; 2 — placă de fontă.

Suprafaţa sculei în timpul lepuirii se unge cu o pastă abrazivă. La lepuirea de degroşare se folosesc pulberile abrazive cele mai fine, iar pentru finisare, micropulberi.

3.9.3. **Lepuirea calelor plan-paralele.** Calele plan-paralele sînt pînă în prezent cele mai precise instrumente mecanice de măsurare. Sînt de formă paralelipipedică, avînd două cîte două suprafeţe opuse perfect plane şi riguros paralele, fiind obţinute printr-o rectificare fină, urmată de lepuire.

Lepuirea calelor plan-paralele se execută manual cu ajutorul dispozitivului din fig. 3.63.

Cala se introduce între plăcile de lepuit *2* şi *3* unde placa *2* este fixă, iar placa *3* se poate apropia sau depărta pe verticală după înălţimea calei ce se lepuieşte.

Plăcile *2* şi *3* sînt din fontă, iar suprafeţele de contact, rectificate plan şi riguros paralele.

Paralelismul se menţine fiindcă toată partea mobilă superioară ghidează pe două coloane *14*. Datorită contragentăţii *9* şi a braţului *6* ce se reazemă pe suportul *8* prin cuţitul *7*, corpul mobil *4* poate fi reglat cu ajutorul resortului *11* şi a şurubului *12*, să producă o anumită

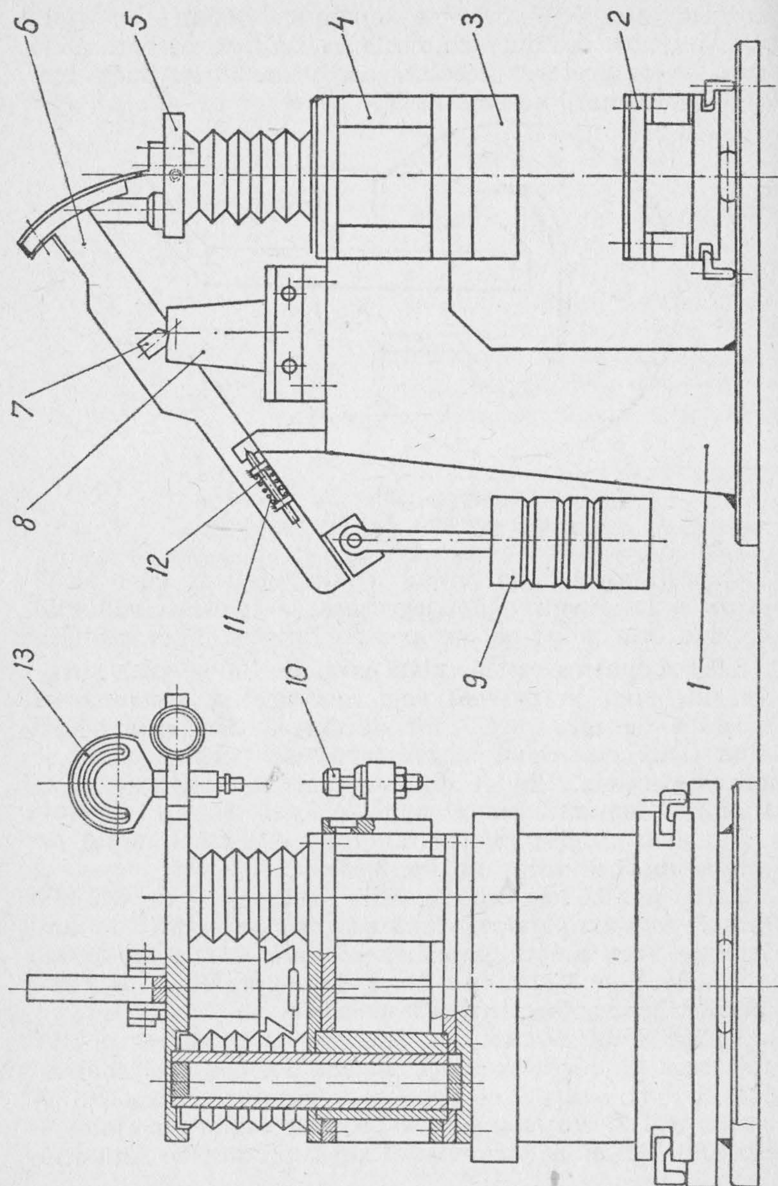


Fig. 3.63. Dispozitiv pentru lepuit cale plan-paralele.

apăsare asupra calei plan-paralele ce se află între cele două plăci.

Cala se deplasează manual după o direcţie de dutevino. La început presiunea plăcii superioare asupra calei este mai mare şi pe măsură ce se micşorează înălţimea asperităţilor şi presiunea scade.

Suprafaţa calei este unsă cu un amestec abraziv.

Îndepărtarea adaosului pentru lepuire se verifică în continu cu ajutorul unui minimetru *13* montat pe braţul 5, care este în contact cu tamponul fix *10*.

Productivitatea şi precizia dispozitivului este mare, obţinîndu-se cale plan-paralele în clasa 2 de precizie.

3.10. PROBLEME REZOLVATE

O epruvetă din oţel supusă la rupere prin tracţiune determină: rezistenţa la rupere a materialului, alungirea şi gîtuirea la rupere:

— Alungirea unei piese dintr-un metal dat este raportul (exprimat în procente) dintre creşterea lungimii piesei şi lungimea ei şi este dată de relaţia $\delta\% = \frac{l_1 - l}{l} \cdot 100$, în care l este lungimea epruvetei înainte de încercare, l_1 — lungimea epruvetei după rupere.

— Gîtuirea la rupere a unei epruvete de metal este raportul dintre micşorarea secţiunii epruvetei în momentul ruperii şi secţiunea iniţială a epruvetei. Se calculează cu relaţia: $\psi\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100$, în care A_0 este mărimea secţiunii epruvetei, iar A_1 — secţiunea ei în momentul ruperii.

3.10.1. Să se calculeze rezistenţa la rupere a unei bare de oţel, ştiind că o epruvetă cilindrică din acesta cu un diametru $D=20$ mm s-a rupt la o sarcină de întindere de 18 850 daN.

Rezolvare:

$$\sigma_r = \frac{F}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{18\,850}{\frac{3{,}14 \cdot 400}{4}} = 60 \text{ daN/mm}^2.$$

3.10.2. Să se calculeze alungirea unei epruvete din metal cu o lungime $l=200$ mm știind că în momentul ruperii, sub acțiunea unei forțe de întindere, are o lungime $l_1=225$ mm.

Rezolvare:

$$\delta = \frac{l_1-l}{l}\cdot 100 = \frac{225-200}{200}\cdot 100 = 12{,}5\%.$$

3.10.3. Să se calculeze gîtuirea unei epruvete din metal a cărei diametru este $D_0=10$ mm, iar după rupere diametrul este $D_1=7{,}8$ mm.

Rezolvare:

$$\psi = \frac{D_0-D_1}{D_0}\cdot 100 = \frac{10-7{,}8}{10}\cdot 100 = 22\%.$$

3.10.4. Să se calculeze duritatea unui metal, dacă bila cu diametrul $D=10$ mm, apăsată cu o forță $F=3\,000$ daN lasă o urmă cu $d=6$ mm (fig. 3.64). Diametrul urmei se măsoară cu o lupă specială pe care se află o scală cu diviziunea de 0,1 mm.

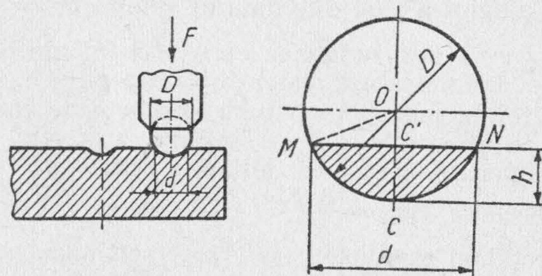


Fig. 3.64. Determinarea durității Brinell.

Rezolvare: duritatea Brinell este dată de formula:

$$HB=\frac{F}{A}$$

unde A este aria calotei sferice MCN care se calculează cu formula:

$$A=h\cdot 2\cdot \pi\cdot R=h\cdot \pi\cdot D$$

unde:

$$h=\overline{CC'}=\overline{OC}-\overline{OC'}=\frac{D}{2}-\overline{OC'}$$

în care:

$$\overline{OC'}=\sqrt{OM^2-MC'^2}=\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2-\left(\frac{d}{2}\right)^2}=\sqrt{\frac{D^2-d^2}{4}}=$$

$$=\frac{1}{2}\sqrt{D^2-d^2}.$$

Rezultă: $h=\frac{D}{2}-\frac{1}{2}\cdot\sqrt{D^2-d^2}=\frac{1}{2}(D-\sqrt{D^2-d^2})$

Astfel:

$$A=\frac{1}{2}\cdot\pi\cdot D(D-\sqrt{D^2-d^2})$$

și:

$$HB=\frac{F}{A}=\frac{3\,000}{\frac{1}{2}\cdot 3{,}14\cdot 10\,(10-\sqrt{10^2-6^2})}=\frac{3\,000}{5\cdot 3{,}14\cdot 10\cdot(10-8)}=$$

$$=95{,}54\approx 96 \text{ unități Brinell în daN/mm}^2.$$

Rezultatul se compară cu cel găsit în tabelele de măsurători.

3.10.5. Să se calculeze distanța de la linia centrelor discurilor abrazive la centrul piesei ce se rectifică pe o mașină de rectificat fără vîrfuri, cunoscînd diametrul piesei $d_1=6$ mm și diametrul discului de antrenare $d=250$ mm.

Rezolvare: aplicînd relația de la (fig. 3.20), se obține:

$$h\left(\frac{d_1}{2}+\frac{d_2}{2}\right)=H\,\frac{d}{2} \text{ de unde:}$$

$$H=\frac{h\,(d_1+d)}{d}=\frac{1{,}5\,(6+250)}{250}=1{,}53 \text{ mm.}$$

$$h=0{,}25\ d_1=0{,}25\cdot 6=1{,}5 \text{ mm.}$$

3.10.6. Să se calculeze viteza periferică și viteza de avans a unei piese ce se rectifică pe mașina de rectifi-

cat fără vîrfuri cunoscînd diametrul discului de antrenare $d=250$ mm și turația sa $n=3\,000$ rot/min.

Rezolvare: aplicînd relația vitezei:

$$v_1=\frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1\,000}=\frac{\pi \cdot 250 \cdot 3\,000}{60 \cdot 1\,000}=39{,}2 \text{ m/s}.$$

Viteza periferică a piesei:

$v_2=v_1 \cdot \cos \alpha=39{,}2 \cdot \cos 1°30'=39{,}2 \cdot 0{,}99965=39{,}1$ m/s.

α — unghiul de înclinare a discului de avans.

— Valoarea cos 1°30′ se găsește în tabelul II anexă, din „Îndrumătorul rectificatorului de precizie".

cos 1°30′=0,99965.

Viteza de avans longitudinal este:

$$v_s=v_1 \sin \alpha=39{,}1 \cdot 0{,}02617=1{,}02 \text{ m/s}.$$

$$\sin 1°30'=0{,}02617$$

3.10.7. Să se calculeze unghiul de înclinație a elicei filetului cunoscînd pasul $p=1{,}5$ mm, iar diametrul mediu $d_2=24{,}026$ mm.

Rezolvare:

$$\text{tg}\,\alpha=\frac{p}{\pi \cdot d_2}=\frac{1{,}5}{\pi \cdot 24{,}026}=0{,}019882.$$

Din volumul II „Îndrumătorul rectificatorului de precizie" găsim valoarea tangentei cuprinse între:

tg 1°8′ → 0,019783 a căror diferență este=

tg 1°9′ → 0,020074 0,000291

Prin interpolare aflăm secundele care corespund diferenței:

$$\frac{0{,}019882-0{,}019783}{}=0{,}000099$$

$$\frac{0{,}000291}{0{,}000099}=\frac{60}{x}$$

Aplicăm regula celui de al patrulea proporțional:

$$x=\frac{0{,}000099 \cdot 60}{0{,}000291}=20 \text{ s}.$$

Unghiul de înclinare a elicei va fi

$$\alpha=1°8'20''$$

3.10.8. Să se măsoare profilul șablonului — cota — $8{,}65_{-0{,}01}^{0}$ din fig. 3.65 ce se rectifică cu un disc profilat.

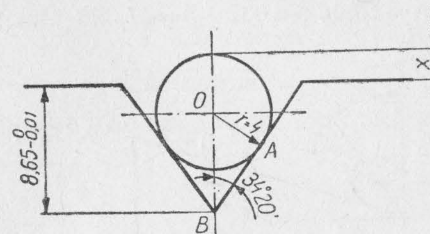


Fig. 3.65. Schemă de calcul a măsurării peste calibru.

Rezolvare: măsurarea cotei $8{,}65°_{-0{,}01}^{0}$ se face indirect după schema de calcul din fig. 3.65, folosind un dorn cu diametrul $d=8$ mm peste care se măsoară cota x:

Se calculează cota ob din triunghiul oab:

$$ob=\frac{oa}{\sin\frac{\alpha}{2}}=\frac{r}{\sin\frac{\alpha}{2}}=\frac{4}{\sin 34°\,21'}=7{,}090 \text{ mm}.$$

Raza dornului fiind $r=4$, iar $\frac{\alpha}{2}=34°20'$.

Cota x va fi:

$$x=ob+r-8{,}65=7{,}09+4-8{,}65=2{,}44 \text{ mm}.$$

3.10.9. Să se măsoare cota penei de $15{,}46_{0}^{+0{,}01}$ din fig. 3.66 ce se rectifică pe rigla de sinus.

Rezolvare: măsurarea cotei de $15{,}46_{0}^{+0{,}01}$ se face după schema de calcul din fig. 3.66 folosind un dorn cu diametrul $d=10$ mm peste care se măsoară cota X.

Se calculează cota a din triunghiul obc (fig. 3.66, b)

$$a=BC=OC \text{ cotg } \alpha$$

unde:

$$\alpha=\frac{90-18}{2}=36° \qquad OC=\frac{10}{2}=5 \text{ mm}$$

înlocuind: $a=5\cdot \text{cotg } 36°=5\cdot 1{,}37638=6{,}882$ mm
cota x va fi:

$$x=15{,}46+6{,}882+5=27{,}342 \text{ mm.}$$

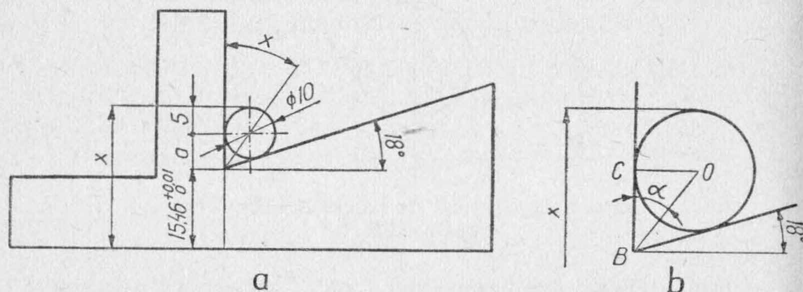


Fig. 3.66. Rectificarea pieselor unghiulare:
a — sistem de măsurare; *b* — schemă de calcul.

3.10.10. Să se măsoare ghidajul sub formă de coadă de rîndunică din fig. 3.67 care se rectifică prin înclinarea platoului electromagnetic cu o piatră profilată.

Rezolvare: măsurarea cotei de 54,26 se face indirect după sistemul de măsurare și schema de calcul din fig. 3.67 folosind două dornuri cu diametrul $d=8$ mm și un pachet de cale planparalele egal cu cota x.

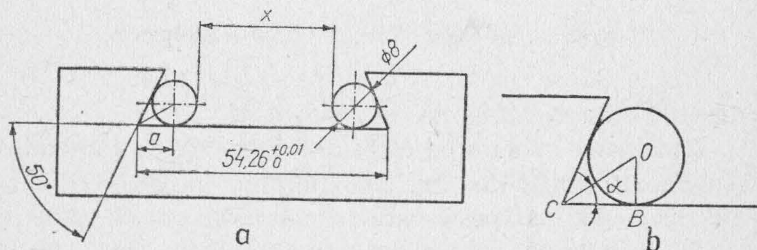


Fig. 3.67. Măsurarea dimensiunii cozii de rîndunică:
a — sistem de măsurare; *b* — schemă de calcul a cotei *CB*.

Cota x rezultă din sistemul de măsurare:

$$x=54{,}26-(2a+2R) \qquad (1)$$

Unde $R=4$ mm;

Cota a se calculează din triunghiul OCB (fig. 3.67, *b*).

$$a=CB=OB\cdot \text{cotg } \alpha=4 \text{ cotg } 25°=4\cdot 2{,}14451$$

$$a=8{,}578 \text{ mm.}$$

Înlocuind în relația (1) se obține:

$$x=54{,}26-(2\times 8{,}578+8)=54{,}26-25{,}156=29{,}104 \text{ mm.}$$

C U P R I N S U L

Volumul I